



**Rui Pedro Guedes do
Amaral**

**Melhoria de um Sistema Produtivo através da
Reestruturação de Processos Logísticos**



Universidade de Aveiro
Ano 2016/2017

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia
Industrial e Turismo

**Rui Pedro Guedes do
Amaral**

**Melhoria de um Sistema Produtivo através da
Reestruturação de Processos Logísticos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado C/ Agregação, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Paulo António da Silva Ávila
Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

De forma sucinta, gostaria de agradecer à minha orientadora, professora Carina Pimentel, por acima de tudo, ter demonstrado uma disponibilidade sem precedentes que foi fulcral em várias alturas da realização desta tese, indicando sempre qual o caminho a seguir durante todo este período de tempo da sua realização. Também gostaria de agradecer imenso à minha Orientadora de Empresa, Engenheira Inês Figueiredo, por me inculir a mentalidade de ação e de questionar o que já estava feito, situação esta que foi um ponto de viragem na realização desta mesma tese. Gostaria também de agradecer aos meus pais e à restante família por sempre estarem lá e por me terem motivado desde o início até ao fim. Por fim mas não menos importante, agradeço também a vários amigos que leram a minha tese e identificaram pontos a melhorar tendo sido uma preciosa ajuda para a melhoria de todo o trabalho.

palavras-chave

Balanceamento, Teoria das Restrições, Redução Ineficiências, *Value Stream Mapping*, Redefinição Processo Logístico, Problema *Layouts*.

resumo

A possibilidade de melhoria na reorganização da logística de um processo produtivo na Unidade Industrial Amorim Distribuição (AD), deu origem ao estudo e análise de alternativas que constituem o trabalho desenvolvido neste projeto.

Para esta análise recorreu-se à utilização combinada de ferramentas analíticas como o VSM (Value Stream Mapping), TOC (Theory of Constraints), bem como ao balanceamento de linhas de produção, de forma a melhorar o procedimento atualmente adotado nos diversos setores, através de uma identificação e minimização das ineficiências existentes por todo o processo produtivo, visando a libertação de recursos, de forma a que estes possam ser alocados a outros setores vendo assim a sua eficiência no processo ser maximizada.

As referidas técnicas serão aplicadas a um sistema logístico implementado na Unidade Industrial Amorim Distribuição, tendo como principal objetivo o equilíbrio de volume de produção dos vários setores, através do já referido balanceamento, bem como a atuação a nível da redução das ineficiências presentes no procedimento atualmente praticado.

Como resultados práticos obteve-se uma melhoria significativa na performance do sistema produtivo geral, uma vez que com a reformulação na alocação dos recursos disponíveis na Unidade Industrial, bem como na reorganização procedimento logístico dos vários setores, verifica-se que a atividade gargalo é maximizada impactando diretamente a capacidade produtiva do sistema geral.

De referir que este projeto integra-se numa ótica de melhoria incremental sem com isso implicar um significativo investimento, ou seja, toda a abordagem à resolução dos desafios propostos teve em conta a obtenção de soluções de baixo custo para os padrões de investimento da empresa.

keywords

Balancing, Theory of Constrains, Inefficiencies Reduction, Value Stream Mapping, Logistic Process Redefinition, *Layouts* Redefinition.

abstract

The possibility of improvement in the logistic redefinition of a production process in Amorim Distribution, origins this study and analysis the alternatives that integrate the work developed in this project.

For this analysis, it was used analytical tools like Value Stream Mapping or Theory of Constrains, but also the balancing of production sectors with the objective of optimization of the actual productive process. Through identification and minimization of inefficiencies, is intended to improve the production logistics in other to liberate some resources and allocate then to other sectors and maximize their efficiency.

The following techniques will be applied to a logistic system already implemented in the factory, with the objective of create an equilibrium between the different sectors of the Industrial Unit and also reduce the existing inefficiencies in the process.

As practical results, there was obtained an improvement on the general production system performance, since, not only with the reformulation in the allocation of the available resources from the firm, but also with the sector's logistic reorganization, verifies that the bottleneck activity is optimized and as a consequence, impact the general system production capacity.

This project follow the lines of incremental improvements without imply significant investment, in other words, use an approach of solving problems with low cost solutions in the enterprise patterns.

ÍNDICE

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1) Introdução	1
1.2) Enquadramento do Tema	2
1.3) Definição de Objetivos	2
1.4) Metodologia Investigação	3
1.5) Organização Documento	6
CAPITULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1) Value Stream Mapping	7
2.2) Teoria das Restrições	10
2.3) Problema de <i>Layouts</i>	13
CAPITULO 3 – DESCRIÇÃO DA EMPRESA	15
3.1) Descrição Empresa	15
3.2) Unidade Industrial – Amorim Distribuição	15
3.3) Descrição do Produto	16
3.4) Descrição do Processo	17
CAPITULO 4 – ANÁLISE DE PROBLEMAS E PROPOSTAS DE MELHORIA	23
4.1) Análise Situação Atual	23
4.1.1) Value Stream Mapping Situação Actual	24
4.1.2) Teoria das Restrições Atual	31
4.2) Identificação Ineficiências nos Setores	33
4.2.1) Ineficiências e Oportunidades de Melhoria na Embalagem	33
4.2.1.1) Necessidades para Melhoria das Ineficiências	36
4.2.2) Ineficiências e Oportunidades de Melhoria no Setor da Marcação	38
4.2.2.1) Descrição Pormenorizada Marcação	38
4.2.2.2) Ineficiências e Oportunidades Melhoria Detetadas	39
4.3) Propostas de Melhoria	41
4.3.1) Alteração do <i>Layout</i> da Marcação	41
4.3.1.1) Problema do Transporte	41
4.3.1.2) Filosofia <i>U-shaped System</i>	47
4.3.1.3) Transportador	51
4.3.1.4) Moegas Abastecimento	53
4.3.1.5) Investimentos	55
4.3.1.6) Impactos	56
4.3.2) Alteração da Unidade de Movimentação de Rolhas	56
4.3.2.1) Capacidade de Armazenamento Cestos vs Contentores	56

4.3.2.2) Análise da Eficiência na Alocação de Contentores	58
4.3.2.3) Contentores como Única Unidade Movimentação	61
4.3.2.4) Contentores no Tratamento	62
4.3.3) Alteração de <i>Layouts</i> e Aplicação de Contentores Simultaneamente	63
4.4) Recursos Libertados e Nova Alocação	64
4.5) <i>Payback</i>	67
CAPITULO 5 – CONCLUSÃO	73
BIBLIOGRAFIA	75

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1 – 9 Passos Metodologia Investigação/Ação	4
Figura 2 – Ciclos Metodologia Investigação/Ação	5
Figura 3 – Diferentes Estágios VSM	7
Figura 4 – Exemplo VSM	9
Figura 5 – Fases TOC	11
Figura 6 – Exemplo Otimização ao usar TOC	12
Figura 7 – <i>U-shaped</i>	14
Figura 8 – Recursos Marcação	20
Figura 9 – VSM Atualidade	24
Figura 10 – Características Setor Escolha	26
Figura 11 – Características Setor Marcação	28
Figura 12 – Características Setores Tratamento e Embalagem	29
Figura 13 – <i>Lead time</i> Atual	30
Figura 14 – Produções por Ciclo Tratamento por Máquina	32
Figura 15 – Marcação com Contentor e Elevador	34
Figura 16 – Moegas da Plataforma Abastecimento	38
Figura 17 – Alteração Automática Cesto	39
Figura 18 – <i>Layout</i> Atual Marcação	45
Figura 19 – <i>Layout</i> Proposto para setor da Marcação	48
Figura 20 – Posicionamento das Máquinas	49
Figura 21 – Inclusão do Transportador no Setor	51
Figura 22 – Plataforma Abastecimento	54
Figura 23 – Recursos Libertos Com Alteração <i>Layout</i> Marcação	65
Figura 24 – Recursos Libertos Com Alteração Unidade de Movimentação	65
Figura 25 – Máquina Embalamento Manual	66
Figura 26 – Máquina Sacos Pequenos	66
Figura 27 – Modificações nas Linhas c/ alteração layout	67
Figura 28 – Modificações nas Linhas c/ alteração Unidade de Movimentação	68
Figura 29 – Modificações nas Linhas c/ Implementação de A+B	68
Figura 30 – Fases e <i>Paybacks</i> da Alteração <i>Layout</i>	70
Figura 31 – Fases e <i>Paybacks</i> da Alteração Unid. Movimentação	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tarefas Operador por hora Atual	42
Gráfico 2 – Impacto Diário Transportes	43
Gráfico 3 – Análise Transporte por Operador	45
Gráfico 4 – Tarefas Operador Proposta Melhoria	49
Gráfico 5 – Transporte Atual vs Alternativo	52
Gráfico 6 – Numero de Substituições Cestos vs Contentores	57
Gráfico 7 – Necessidades Monitorização Cestos vs Contentores	58
Gráfico 8 – Tempo Estabilização de Diferentes Tipos de Marcação	60
Gráfico 9 – Produção de Diferentes Máquinas na Marcação	60

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1) Introdução

Globalmente a competitividade tem vindo a crescer a um ritmo estonteante, sendo que este crescimento se verifica na generalidade dos mercados onde as empresas operam. De forma a manter ou melhorar a posição no setor de atividade, uma organização deve ter como princípio basilar a perpétua busca por obtenção de vantagens competitivas que diferenciem o seu produto/serviço de toda a restante concorrência. Essas vantagens provêm da forma como a estratégia organizacional é elaborada, sendo que, segundo *Porter* esta estratégia procura estabelecer uma posição lucrativa e sustentável face às forças que determinam a competição da indústria (*Porter, 1985*).

As fontes de obtenção de vantagens competitivas são variadas e podem ter diversos focos, como é o exemplo da melhoria a nível de eficiência do processo produtivo, a melhoria da relação com os consumidores finais do produto ou mesmo a aposta continuada na inovação a nível de produtos ou mercados.

Neste relatório é proposta uma redefinição do sistema logístico da Unidade Industrial Amorim Distribuição, analisando-o através de técnicas e métodos, como o VSM, o TOC ou o problema de *Layouts*, aprendidos em ambiente académico de forma a não só maximizar a eficiência dos processos produtivos de vários setores bem como para se efetuar a redução ineficiências existentes nestes mesmos processos.

Para a realização desta proposta é necessário primeiro efetuar a análise ao sistema logístico sobre o qual as várias técnicas acima referidas serão aplicadas, de forma identificar oportunidades de melhoria que possam ser diferenciadoras no que toca a um aumento da performance do sistema em comparação com a atualidade.

Durante todo o período no qual este relatório se realizou, foram diversas as alternativas de melhoria aos problemas levantados, tendo estas propostas de valor, interagido com um grande número de variáveis existentes na Unidade Industrial Amorim Distribuição, como foram os casos da organização dos recursos por todo o processo produtivo ou a maximização de setores com influência direta na performance do sistema produtivo geral.

A abordagem na tomada de decisões quanto às propostas de valor apresentadas, teve sempre em conta as expectativas da empresa de otimização de processos com baixo custo de investimento, sendo esta uma premissa que serviu como base nas linhas orientadores da realização do relatório.

1.2) Enquadramento do Tema

Atualmente, num mercado cada vez mais competitivo, a otimização logística dos sistemas produtivos, tornou-se para as empresas, uma das fontes de obtenção de vantagem competitiva sobre a concorrência.

Dessa forma, as organizações que implementam uma filosofia de melhoria contínua, estão sempre um passo à frente no estabelecimento da sua marca no mercado, bem como na solidificação da sua posição entre os mais variados competidores do ramo. Este acompanhar da inovação é bem visto aos olhos do cliente que cada vez mais exigem a entrega de um produto com mais qualidade, eficiência e agilidade.

As etapas de um processo produtivo são realizadas com o intuito de possibilitar a entrega direta ou indireta de valor ao artigo que é processado, de forma que o produto final fornecido ao cliente, vá de encontro aos requisitos que este último deseja obter.

O processo logístico de um sistema produtivo, implica complexidade analítica na interligação das diversas atividades bem como nos recursos que as compõem. Esta análise proporciona a interação com inúmeras variáveis do processo que quando estudadas mais aprofundadamente podem dar origem à identificação de oportunidades de melhoria impactantes na produtividade de todo o sistema.

Nesta ótica, o Grupo Amorim promoveu a realização de uma análise aprofundada ao sistema produtivo de uma das suas Unidades Industriais, a Amorim Distribuição, com o intuito obter propostas alternativas à realização de um procedimento logístico que já é efetuado à um número considerável de anos, com o objetivo de maximizar a produção deste mesmo sistema.

1.3) Definição de Objetivos

Esta tese debruça-se sobre a análise da atual situação logística da Unidade Industrial Amorim Distribuição, sendo que pretende apresentar uma nova visão de como toda a cadeia de valor se deverá processar. Sempre com suporte académico, propõe-se a identificar as ineficiências do processo atualmente praticado, bem como compreender a fundo quais as possíveis medidas a realizar, de forma a reduzir ao máximo o tempo de realização de tarefas que não acrescentem valor ao processo produtivo dos vários setores integrantes da fábrica.

Porém, o grande foco desta tese centra-se no balanceamento da capacidade produtiva da fábrica, tendo em especial atenção os setores da marcação do tratamento e do embalamento visto se tratarem dos setores mais influentes do processo produtivo. Este balanceamento será realizado de forma a que os setores se equilibrem em termos de capacidade produtiva.

Para que tal aconteça terá de se recorrer a técnicas como o VSM, *Value Stream Mapping*, para monitorização da situação inicial e definição da situação futura desejada, bem como de apoio em métodos como o TOC, *Theory of Constraints*, de forma a identificar o setor gargalo, elevar a performance da restrição e equiparar a capacidade produtiva desta ao nível dos restantes processos da fábrica.

Os recursos gargalo são definidos como as atividades que restringem o fluxo produtivo de um sistema (Rajendran & Alicke, 2007), sendo assim apenas

ao elevar a cadência produtiva do setor gargalo, se pode maximizar a produção do sistema geral, sendo este o principal objetivo deste projeto.

1.4) Metodologia Investigação

Para que a análise e posterior apresentação de alternativas a um processo produtivo possa induzir impactos significativos na melhoria dos indicadores de eficiência desse mesmo processo, é necessário implementar uma abordagem ao problema que se reja por uma métrica de orientação metódica, ou seja, que apresente etapas e passos bem definidos de como se deverá proceder e abordar cada etapa desse mesmo problema.

De forma a garantir melhores resultados, é recomendável a utilização de ferramentas académicas de apoio à decisão, que forneçam linhas orientadoras de abordagem às diversas etapas na resolução de problemas, uma vez que muitas destas ferramentas apresentam grande versatilidade na forma como podem ser usadas, bem como uma reconhecida agilidade no que toca à capacidade de encaixe na complexidade de diversos problemas.

As ferramentas da qualidade são essenciais e indispensáveis para a melhoria continua de projetos, uma vez que através destas se obtém uma maximização da sua eficiência (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017).

Nesta linha de pensamento, a abordagem presente nesta tese foca-se na utilização da metodologia de Investigação, Investigação-Ação (Action Research), uma vez que esta se adequa bem não só à situação inicial encontrada bem como às várias restrições que se foram apresentando ao longo do período em que este estudo se realizou.

A metodologia Investigação-Ação pode ser definida como um processo que integra a teoria com a ação, de forma a conectar o conhecimento científico com o conhecimento organizacional. Define-se como uma abordagem participativa e colaborativa que pretende induzir mudanças nas organizações, desenvolver competências e contribuir com conhecimento científico através de um processo de investigação cíclico (Maestrini, Luzzini, Shani, & Canterino, 2016).

A Investigação-Ação baseia-se em ciclos de intervenção, ação, e reflexão por parte dos investigadores, bem como pelos diretores das organizações (Abrahamsen, Henneberg, Huemer, & Naudé, 2016). No fundo é uma metodologia que envolve o esforço de toda a equipa que possa estar responsável pelo projeto de melhoria, forçando assim a um debate de ideias que permite debelar vários obstáculos que vão surgindo.

Esta reflexão inexistente noutras metodologias, apresenta uma grande relevância quando se realizam exercícios que não interagem apenas com problemas locais, mas sim interligam várias problemáticas entre setores.

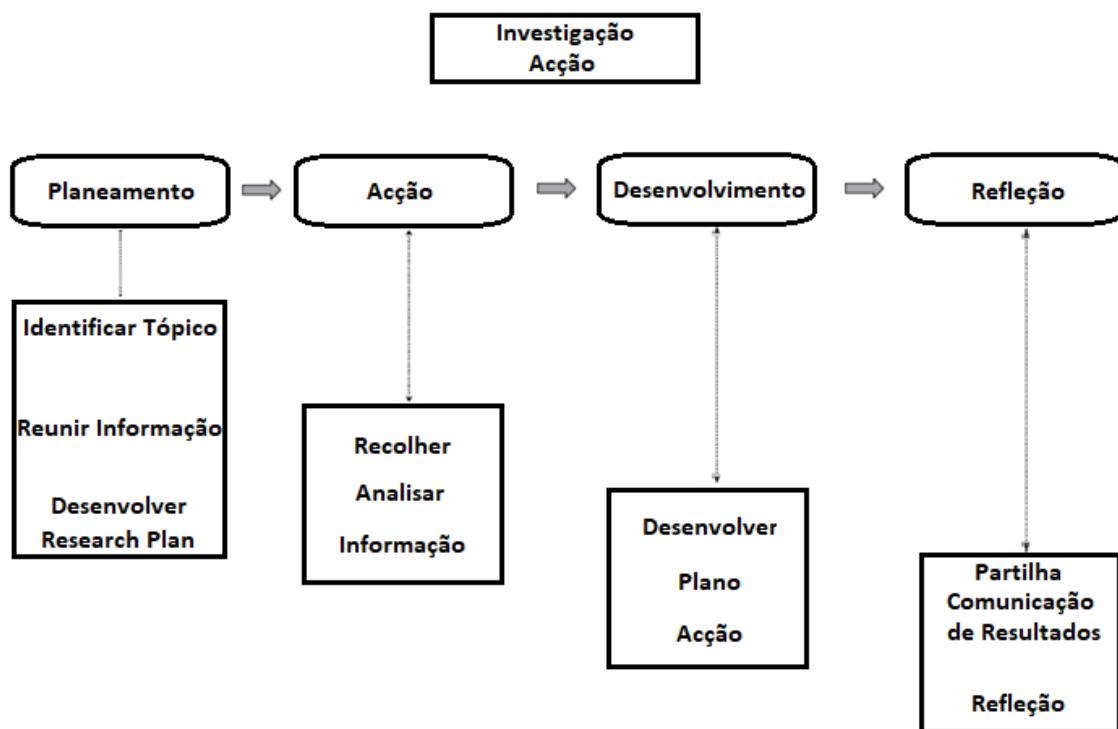


Figura 1 – 9 Passos Metodologia Investigação/Ação

Trata-se de uma ferramenta de trabalho essencial para determinar as causas dos problemas mas também para identificar as ações a tomar de forma a eliminar essas mesmas causas (Silva et al., 2017).

Esta metodologia apresenta as 9 linhas de orientação geral que não só indicam quais os passos a realizar numa visão mais micro, bem como definem a funcionalidade de cada uma das fases acima referidas.

Porém, estes 9 passos não devem ser vistos como obrigatórios de implementar, ficando a cabo do investigador perceber quais deles se adequam mais ao problema em questão (“Overview of the Action Research Process,” 2008).

Estes 9 passos subdividem-se por estas fases da seguinte forma:

- Planeamento
 - Identificar o Tópico a abordar;
 - Recolher Informação Inicial;
 - Desenvolver Plano Ação;
- Ação
 - Recolher Dados;
 - Analisar Dados;

- Desenvolvimento
 - Desenvolver Plano Ação;
- Reflexão
 - Reflexão de Resultados;
 - Partilha de Informação;

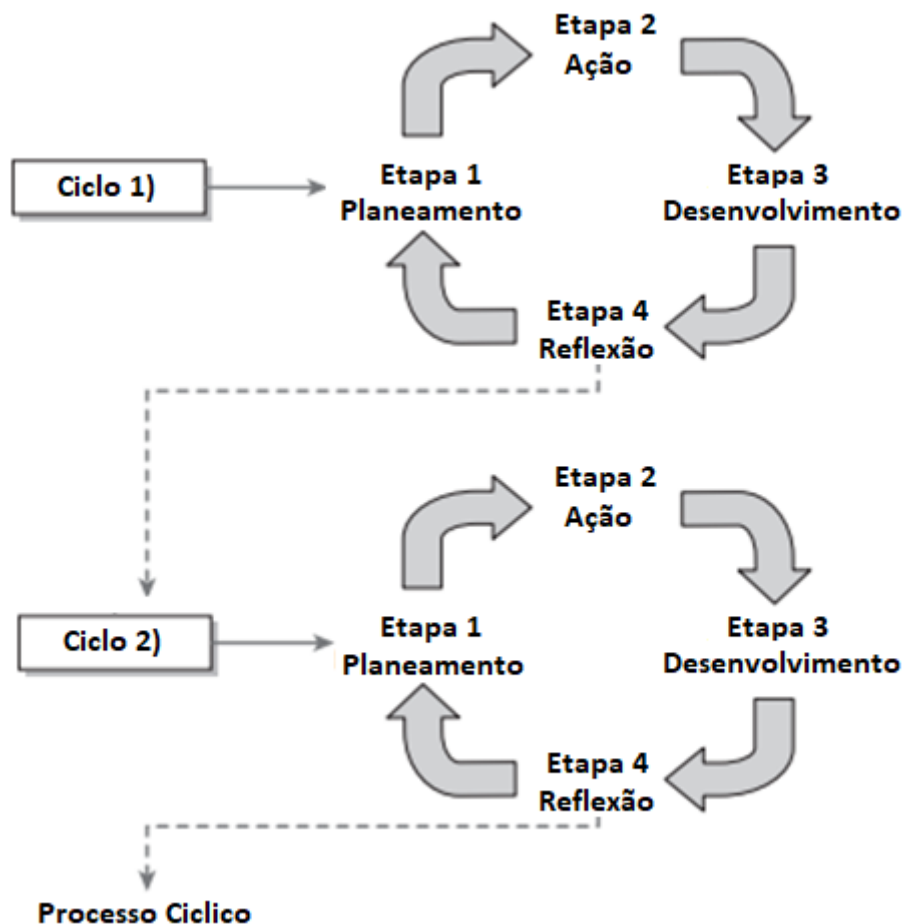


Figura 2 – Ciclos Metodologia Investigação/Ação

Resumidamente, esta técnica baseia-se na análise constante da situação inicial, e repetidamente coloca em prática as várias etapas da metodologia, de forma a que continuamente o processo em questão possa sofrer melhorias (“Overview of the Action Research Process,” 2008). Visto tratar-se de um processo repetitivo e cíclico, as várias ineficiências vão-se eliminando, tendo por consequência um aumento progressivo da eficiência do processo. De referir também que algumas ações e alternativas não foram ainda testadas pois como é normal neste tipo de casos, implicam investimentos que nem sempre são agilmente desbloqueados.

Verifica-se ao longo do trabalho a presença da metodologia referida aquando da abordagem aos problemas, porém, entendeu-se que não se iria optar por uma divisão rígida dos problemas nas várias etapas da metodologia,

de forma a que o trabalho se mantivesse com lógica e fluído, não invalidando isto a presença e cumprimento de todas as etapas da metodologia.

1.5) Organização Documento

O seguinte documento está dividido em 5 capítulos, sendo que cada um dos capítulos apresentará subcapítulos:

- Capítulo 1) Neste capítulo é apresentada uma introdução e um breve enquadramento ao tema em análise, sendo seguido por uma definição de objetivos a atingir, bem como a metodologia a adotar para análise e apresentação de melhorias ao problema apresentado.
- Capítulo 2) Apresenta uma revisão bibliográfica relativa ao tema em estudo. Neste capítulo são apresentadas ferramentas que como o *Value Stream Mapping* ou a Teoria das Restrições que irão desempenhar um papel fundamental na identificação e resolução das ineficiências que o estudo se propõem a otimizar. Neste também são abordados os problemas de *layouts*, parte integrante de uma das alternativas de melhoria às ineficiências existentes.
- Capítulo 3) Este capítulo reflete uma contextualização de processo produtivo e do Grupo Amorim em si. Nesta analisa-se o Grupo Amorim e a Unidade Industrial Amorim Distribuição bem como é realizada a descrição do produto e de todas as características a si associadas, sendo o Capítulo finalizado com a descrição do Processo Produtivo Atual por Setor.
- Capítulo 4) Inicia-se com a análise do processo produtivo bem como das suas metodologias. Com as ferramentas acima referidas, identificam-se oportunidades de melhoria elaborando-se posteriormente planos de ação para maximização da performance em determinadas atividades chave do sistema. Verifica-se uma nova alocação de determinados recursos de forma a que o seu impacto na performance a nível da produtividade geral seja maximizado.
- Capítulo 5) São apresentadas as conclusões finais bem como o cumprimento dos objetivos estipulados inicialmente.

CAPITULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Nos princípios basilares da Gestão da Cadeia de Abastecimento, verifica-se a gestão dos materiais, recursos, artigos em inventário e produtos finais que se encontram desde o ponto de origem do processo produtivo até ao ponto de consumo deste mesmo processo. Desta forma, trata-se de uma abordagem que se baseia no planeamento e controlo de todas as atividades da cadeia produtiva, sempre com o objetivo de criar uma estrutura competitiva que tenha como consequência a maximização do valor entregue ao cliente.

2.1) Value Stream Mapping

Como se pretende identificar desperdícios, é necessário compreender todo o processo, dessa forma é aconselhável a utilização do VSM uma vez que é uma ferramenta de análise de processo que dá uma perspetiva da cadeia de valor, bem como das inter-relações com os elementos externos ao processo produtivo, como é o caso dos fornecedores e dos consumidores. Através do VSM são analisadas todas as atividades com e sem valor acrescentado envolvidas numa série de processos requeridos para a produção de um produto (Brown, Amundson, & Badurdeen, 2014).

O VSM é uma ferramenta de melhoria incremental, uma vez que sempre que se realiza a análise de toda a cadeia produtiva, esta é sempre feita com o intuito de transformar o estado atual numa realidade melhor, sendo que para isso acontecer esta deve permitir a identificação de desperdícios nos vários processos produtivos, bem como as potenciais melhorias (Meudt, Metternich, & Abele, 2017).

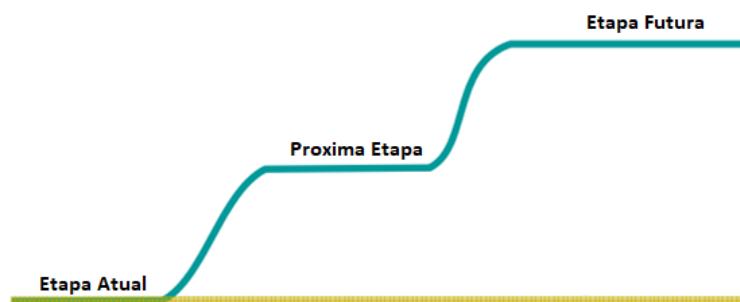


Figura 3 – Diferentes Estágios VSM

O VSM segue uma linha de análise a todos os aspetos que influenciam o sistema produtivo em todas as suas fases. Destes destacam-se as produções dos setores bem como alguns parâmetros abaixo especificados:

- Tempo de Ciclo

Mede a quantidade de tempo necessária para se fabricar um produto.

Para manter a competitividade no futuro, é extremamente importante reduzir os tempos de ciclo dos processos de forma a responder mais rapidamente às exigências dos clientes (Xie, Chien, & Tang, 2016).

O Tempo de Ciclo será o indicador que demonstra quanto tempo é necessário para que se efetue a produção de mil rolhas, sendo calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo Ciclo} = \frac{\text{Tempo Efetivo de Trabalho Por Turno}}{\text{Produção Máxima Setor}}$$

Este tempo efetivo de trabalho por turno é o número total de horas disponíveis pelos trabalhadores sem a contabilização dos tempos de intervalo como a hora de almoço e os intervalos da manhã e tarde.

- Tempo de *Setup* (*Changeover Time* – C/O)

Através do Tempo de *Setup* obtém-se o tempo investido em cada mudança individual de encomenda por máquina, ou seja, o tempo de *Setup* da máquina.

- *Lead time Production*

Apresenta-se como o somatório dos diversos intervalos temporais que o artigo demora a processar em cada um dos setores pelas quais tem necessidade de passar.

Este *lead time* funciona sempre dependente da filosofia de vendas da organização em si. Algumas empresas apresentam uma abordagem de *Make to Stock*, onde estas produzem apenas os seus produtos *standart*, normalmente em grandes quantidades e com baixa variabilidade ao longo do tempo, apresentando-se como um importante conceito no que toca a eficiência de custo (Boër & Jovane, 2002). Já as que adotam uma abordagem *Make to Order*, produzem não só produtos *standart*, bem como consoante a personalização da encomenda colocada pelo cliente.

Um fornecedor que funcione numa ótica de *Make-to-Order*, encontra dois tipos de clientes. Os que estão dispostos a pagar preços mais elevados por um *lead time* de entrega mais curto, e os que são insensíveis ao *lead time* e estão dispostos a esperar (Nguyen & Wright, 2015).

Em suma, apresenta-se como o valor do tempo necessário para que um determinado produto realize todas as etapas do processo produtivo até se encontrar finalizado e disponível para ser entregue ao cliente.

- *Takt Time*

Takt Time é a unidade de tempo na qual o produto deve ser produzido de forma a suprimir as necessidades do mercado. Na Indústria o *takt time* é normalmente medido em segundos, minutos, horas ou dias (Brioso, Murguia, & Urbina, 2017). Este é um importante indicador uma vez que estabelece uma meta (mínima) de quantidade que a produção deverá

produzir de forma a que a empresa não perca clientes por falta de abastecimento. O *Takt Time* calcula-se da seguinte forma:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Efectivo\ de\ Trabalho\ por\ Turno}{Necessidades\ Cliente\ Por\ Turno}$$

O VSM apresenta o mapeamento total do processo produtivo interno fazendo as ligações entre os setores, tanto a nível logístico como no fornecimento de dados relacionados com o comportamento prático dos vários setores. Porém esta é a medição dos fluxos físicos pois um dos pontos fortes do VSM é a forma como apresenta a capacidade de modelar o fluxo informativo, tornando-se uma ferramenta útil para desenvolver abordagens sistemáticas ao processamento de informação (Preece, Shaw, & Hayashi, 2013).

A Figura 4 apresenta um exemplo da elaboração gráfica de um VSM:

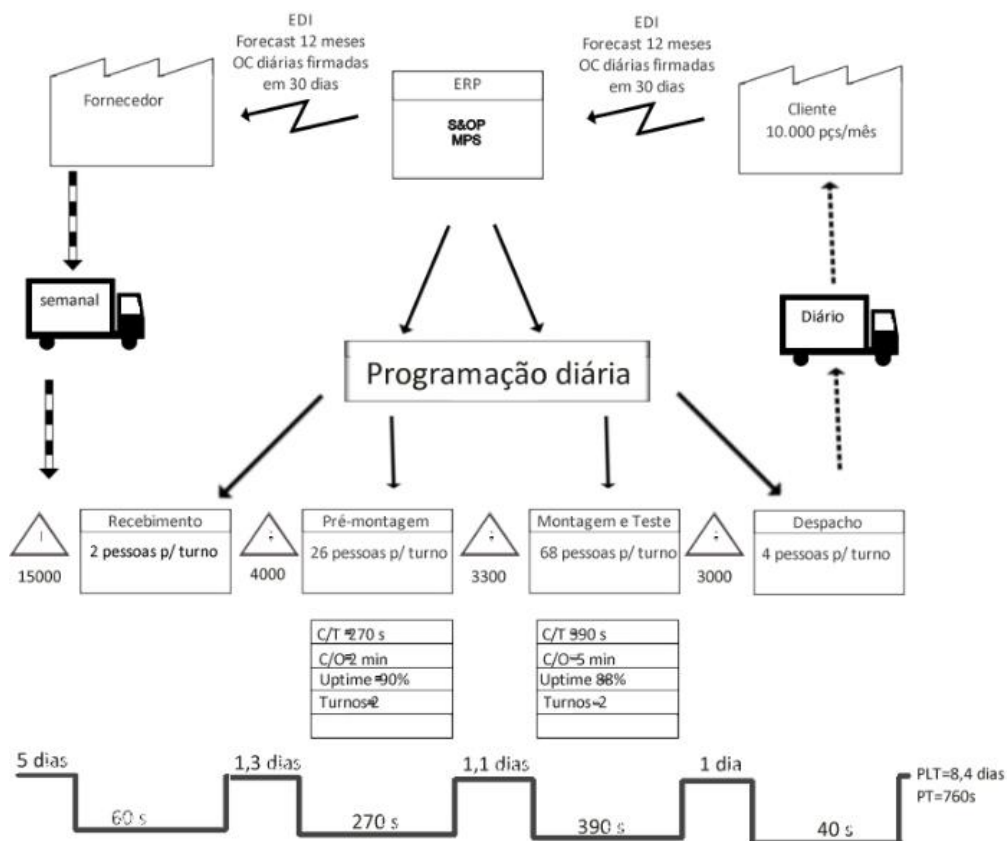


Figura 4 – Exemplo VSM

A partir da visão geral, que se consegue obter através do mapeamento, o investigador obtém uma percepção macro de vários pontos de situação em que se encontram os setores e as interligações destes no processo produtivo.

Desta forma, é mais fácil ir de encontro das debilidades e das ineficiências passíveis de serem exploradas, permitindo melhorar consideravelmente a eficiência geral do sistema.

Trata-se de um método extremamente completo que analisa inúmeros aspetos como por exemplo:

- Fluxo de Informação;
- Definição das fronteiras dos Processos;
- Ineficiências;
- Múltiplos consumidores e fornecedores;
- Tempo de ciclo;
- *Lead time*;
- *Takt Time*;
- Situação Atual;
- Situação Ideal;

Aplicado ao caso em estudo, servirá principalmente para obter um profundo conhecimento do processo produtivo e de todas as variáveis que nele atuam, facilitando a identificação dos fatores negativos, de forma a permitir elaborar estratégias e alternativas com o objetivo de aumentar a eficiência geral do processo.

2.2) Teoria das Restrições

Desenvolvida por Goldratt no início de 1980, a Teoria das Restrições tem evoluído ao longo dos últimos 30 anos. Foi primeiramente aplicada no planeamento da produção de forma a maximizar os lucros e eficiência das empresas em relação às exigências do mercado, através de uma identificação e exploração das restrições a nível de recursos destas mesmas empresas (Golmohammadi, 2015).

A teoria das Restrições resume-se a uma filosofia de operacionalidade centrada na ideia de gestão das restrições locais de forma a impactar na performance global da totalidade de um determinado sistema logístico (Linhares, 2009).

A utilização da análise TOC, indica que a empresa procura reduzir o *lead time* geral do processo produtivo, o tempo de ciclo e o próprio inventário de forma a almejar uma melhoria a nível da produtividade e qualidade (Kee & Schmidt, 2000).

Tendo início na análise da situação atual do sistema, a Teoria das Restrições segue um conjunto de etapas de forma a identificar e analisar todos os procedimentos de um processo produtivo com o intuito de compreender qual a atividade que restringe a capacidade produtiva final.

O TOC processa-se nos seguintes 5 passos, como demonstra a figura 5:

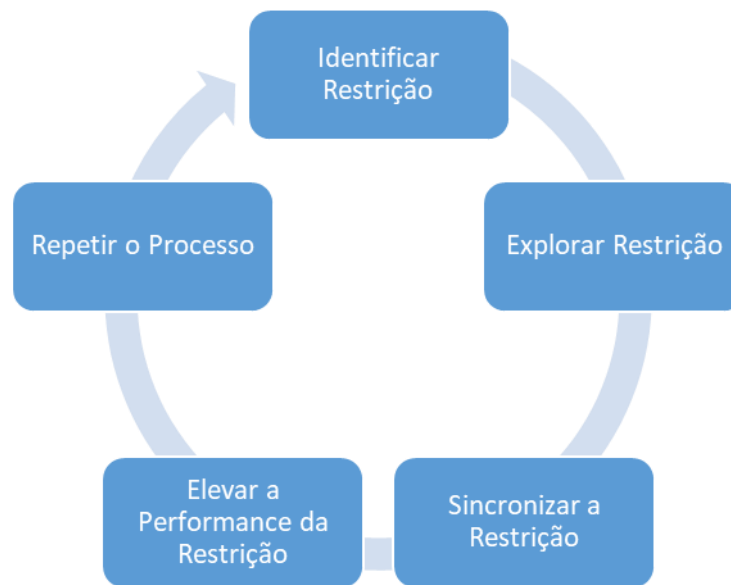


Figura 5 – Fases TOC

A base da Teoria envolve identificar as restrições de um sistema e tomar decisões acerca do funcionamento destas de forma a sincroniza-las com o restante processo produtivo (Radovilsky, 1998).

Visto que o objetivo se centra na melhoria do processo, só quando essa mesma restrição tiver a sua performance melhorada, é que toda a produtividade do sistema poderá ser maximizada.

As restrições do sistema podem ser operadores, máquinas, procura do mercado ou regulação que afete a empresa (Radovilsky, 1998). Porém neste caso, apenas serão consideradas restrições físicas como equipamentos trabalhadores ou materiais.

Uma restrição física pode ser um recurso gargalo, ou seja, qualquer recurso que apresente uma capacidade produtiva menor ou igual às necessidades apresentadas pelo recursos/atividades seguintes (Radovilsky, 1998).

Reconhecer recursos que apresentam restrições a nível da capacidade (RRC) é fundamental no TOC. A principal técnica da Teoria das Restrições para identificação e exploração destes RRC denomina-se de “*Drum-Buffer-Rope*”. Um “*drum*” é um ponto de controlo num sistema de produção associado a um RRC, sendo que a sua capacidade produtiva irá definir a capacidade geral do sistema. A “*rope*” é o termo usado para o *feed-back* a nível de comunicação para com os recursos que se encontram antes do RRC de forma que estes produzam apenas a quantidade que o recurso gargalo consiga processar (Radovilsky, 1998).

Trata-se portanto, de uma ferramenta extremamente valiosa uma vez que é a peça fundamental para que a produção de vários setores distintos seja efetuada de forma simbiótica. Com o apoio do VSM é possível obter a restrição, que limita a capacidade produtiva do sistema final, sendo que depois

de analisada e compreendida, o objetivo passa pela apresentação de cenários alternativos que visem uma maior eficiência dessa mesma restrição.

No exemplo genérico abaixo apresentado, verifica-se que a atividade azul se apresenta inicialmente como recurso gargalo, sendo que a cadência final do processo será definida pela cadência desta atividade, uma vez que um produto final não consegue ser produzido sem passar por lá, levando cerca de 40 segundos a finalizar essa etapa.

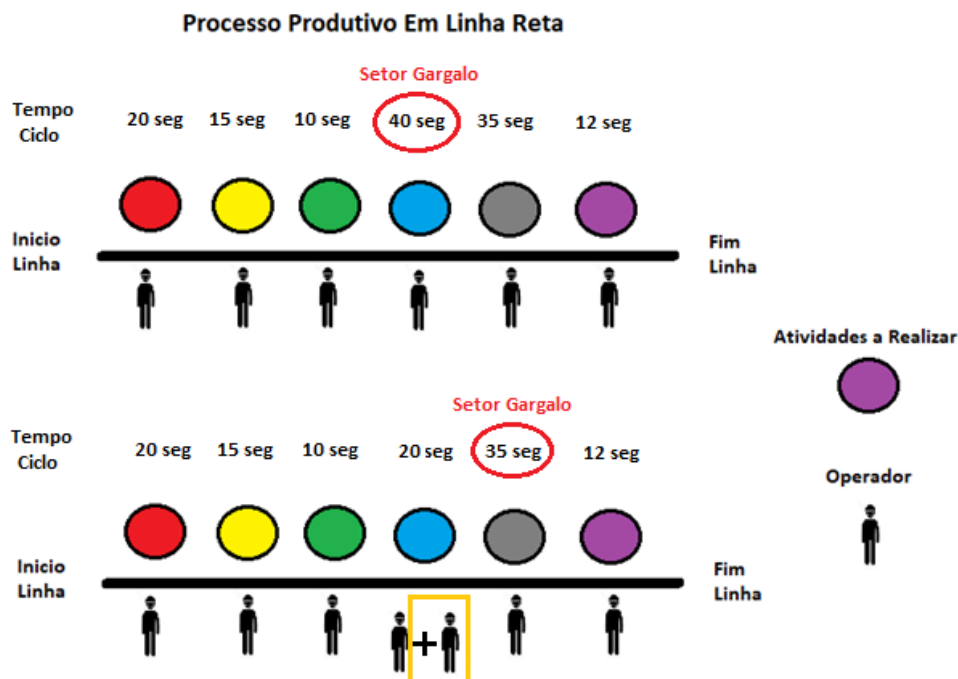


Figura 6 – Exemplo Otimização ao usar TOC

Dessa forma, alocar recursos com o intuito de aumentar a capacidade das outras atividades não irá surtir qualquer efeito na capacidade produtiva final do sistema. Porém quando aplicados sobre o recurso gargalo, este é maximizado até ao ponto que deixa de ser a atividade de cadência produtiva inferior.

Como no exemplo acima é possível verificar, a inclusão de mais um operador sobre a atividade azul, reduz o tempo de realização desta atividade para metade do tempo, passando esta a ser realizada em apenas 20 segundos contra os 40 segundos anteriormente necessário.

Consequentemente, o recurso gargalo transita para a atividade que se encontra agora a restringir o processo produtivo, ou seja, a atividade cinzenta, sendo esta que deverá ser de seguida analisada e maximizada de forma a melhorar a performance do sistema.

Esta trata-se de uma técnica que poderá ser sempre aplicada pois mesmo que após revisão do sistema logístico, a restrição que foi alvo de alterações possa eventualmente ser debelada ao ponto de deixar de ser a restrição da cadeia produtiva, surgirá por sua vez outro setor ou processo que inevitavelmente apresentará uma cadência produtiva inferior, apresentando-se assim como a nova restrição do processo.

Sendo este processo cíclico, permite a identificação e maximização dos recursos gargalos que vão surgindo análise após análise de forma incremental, obtendo-se assim vantagem não só pelo facto de aumentar a capacidade produtiva geral, mas também por reduzir a acumulação de *stocks* intermédios entre setores, situação esta que antes de uma possível intervenção do TOC pode ser potenciada pelos volumes de produção diária muito díspares entre setores.

Num contexto *Make-To-Order*, o TOC utiliza *buffers*, local de armazenamento entre setores, de forma a proteger o fluxo produtivo do sistema da variabilidade existente nas diferentes atividades (Thürer, Stevenson, Silva, & Qu, 2017).

Porém estes *buffers*, tem como objetivo apresentar o mínimo possível de quantidade lá armazenada uma vez que os artigos que se encontram temporariamente lá presentes se apresentam como

Este ciclo apresenta-se como infinitamente aplicável uma vez que não existem sistemas perfeitos que não possam sofrer alterações de modo a melhorar a sua performance geral.

2.3) Problema de *Layouts*

As alterações a nível de *layouts*, parte fundamental deste trabalho, apresentam-se como possíveis mudanças que poderão ter um impacto extremamente significativo, não só no investimento necessário a realizar, como também a nível de aumento da produtividade e consequentemente aumento dos lucros.

O seu principal objetivo dos problemas de *layouts* passa pela redução no custo do funcionamento do fluxo de materiais num processo produtivo (Li & Smith, 2017).

Esta análise deverá ser realizada com rigor uma vez que possíveis alterações de *Layout*, por mais simples que possam ser, apresentam sempre custos associados.

Uma configuração eficiente de *layouts* pode resultar numa redução significativa do investimento inicial bem como nos resultantes custos operacionais a longo prazo (Irawan, Song, Jones, & Akbari, 2017).

Um procedimento logístico alternativo pode funcionar como um *trigger* para um rol de vantagens que consigam alavancar a capacidade produtiva bem como outras:

- Aumento da eficiência de determinados setores, tendo por consequência a melhoria da performance geral do sistema produtivo;
- Libertação de recursos provenientes do aumento da eficiência dos setores;
- Aplicação desses mesmos recursos a setores que se encontrem em subaproveitamento, maximizando assim a performance destes;
- Reorganização e possibilidade de colocar a empresa a realizar as melhores práticas na área, baseando-se em organizações externas que se apresentem na vanguarda desta área.

Num ambiente onde o fluxo de manuseamento do material não muda ao longo do tempo, uma análise de *layouts* estáticos seria o suficiente. Porém,

atualmente, existe um grande dinamismo no mercado, que obriga a rápidas mudanças que conseqüentemente forçam a uma análise de *layouts* dinâmicos (Balakrishnan, Cheng, Conway, & Lau, 2003).

Desta forma, tal como a empresa se adapta ao mercado em que se insere, a formulação de *layouts* deverá também seguir um caminho de flexibilidade que irá conferir à organização essa agilidade que poderá funcionar como vantagem competitiva em relação à concorrência.

Alterar de um *layout* tradicional para um *layout* direcionado para o produto e produção significa grandes alterações nas instalações. Diversos estudos reportam benefícios a nível de performance quando alterados, como é o caso da passagem do *layout* tradicional para uma *layout* em *U-shaped* tendo como consequência uma simplificação no fluxo de materiais (Hameri, 2011).

Ao reorganizar as linhas de produção com *layout* tradicional linha reta para um *layout U-shaped*, os operadores movem-se entre duas linhas de produção realizando uma combinação de tarefas, necessárias a ambas, que da forma tradicional, não seria possível de realizar (Aase, Olson, & Schniederjans, 2004).

No exemplo seguinte verifica-se dois tipos de *layouts*, sendo que em ambos o número de atividades a realizar é igual de forma a culminar no produto final. Como se verifica, a otimização das funções dos operadores é maximizada no *layout U-shaped* devido à realização de duas atividades ao invés de apenas uma. Esta constatação, permite libertar recursos desnecessários como os presentes na produção em linha reta, sem comprometer a realização, capacidade produtiva e qualidade de produto.

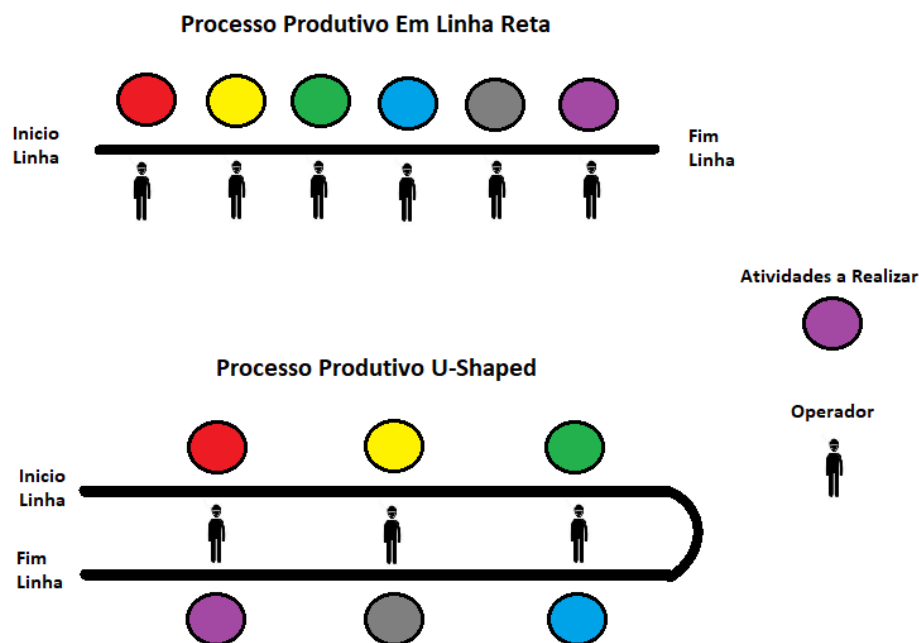


Figura 7 – U-shaped

Como se verifica pela figura, o mesmo procedimento é realizado com um número mais reduzido de recursos, elevando assim a performance do processo, sem por em causa a qualidade e agilidade do produto final.

CAPITULO 3 – DESCRIÇÃO DA EMPRESA

3.1) Descrição Empresa

O grupo Amorim está inserido no mercado da transformação e comercialização da cortiça há mais de um século, tendo iniciado atividade em 1870. Apresenta-se como uma referência no mercado onde se insere devido à sua elevada experiência, facto este que culmina na atribuição da designação de maior empresa mundial de produtos de cortiça e a mais internacional das empresas portuguesas.

O grupo Amorim faz-se representar em negócios como o da rolha de cortiça, isolamentos, revestimentos e aglomerados compósitos, ramos estes que se inserem em inúmeros países globalmente.

A relevância dos mercados Ibéricos é considerável sendo o principal mercado do Grupo, porém os mercados da Europa e do Continente Americano tem vindo a aumentar a percentagem de mercado global da organização.

Acredita-se que a grande vantagem de uma organização a é sua capacidade de continuamente gerar inovação a nível dos seus produtos, serviços, mercados e processos (Kamhawi, 2010).

Dessa forma, sua presença na liderança de mercado deve-se muito à cultura incessante de procura por vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, vantagem esta que se sustenta muito na base da inovação, desafiando os profissionais nas áreas do design, ciência e arquitetura a explorarem as infinitas potencialidades da cortiça e através dela, deslumbrarem o mundo.

O conceito de sustentabilidade tem vindo a ser profundamente incorporado em toda a extensão da cadeia de valor das organizações. Estas necessitam de lidar com recursos sustentáveis desde os seus fornecedores até à entrega de produtos e serviços sustentáveis aos seus clientes (Chofreh, Goni, & Klemeš, 2017).

Sempre com a missão de respeitar os princípios de desenvolvimento económico, social e ambiental, o Grupo Amorim continua assente nas bases sobre as quais construiu o seu património - visão empresarial, responsabilidade, diligência, criatividade e inovação. E na missão de se demarcar pela excelência, quer ao nível da gestão, quer dos produtos e serviços.

Esta diferenciação constante permite que a organização apresente um leque variado de produtos sendo que o foco desta tese será o processo de acabamento das rolhas de cortiça.

3.2) Unidade Industrial – Amorim Distribuição

A Unidade Industrial Amorim Distribuição que será palco desta análise, é parte integrante de uma rede de fábricas constituintes da teia logística de abastecimento, produção e distribuição do setor das rolhas de cortiça do Grupo Amorim.

Nas fábricas existem duas categorias de estratégias produtivas, sendo que enquanto as *Make to Stock* apenas produzem produtos *standart*, as *Make*

to Order produzem não só produtos *standart* mas também customizados (Sentia, Mukhtar, & Shukor, 2013).

A Unidade Industrial Amorim Distribuição insere-se no segundo grupo, uma vez que grande parte do volume de negócio passa por artigos personalizados pelo cliente que apenas iniciam a sua produção quando a encomenda é colocada na fábrica, sendo claro que a organização deve assegurar o cumprimento dos diversos requisitos requeridos.

Uma empresa que funcione numa ótica de *Make to Order*, quando inicia a produção não consegue prever com um elevado grau de precisão a procura, bem como as encomendas de material a produzir.

Simultaneamente, o material e os requisitos da produção para cada encomenda podem ser extremamente diferentes em relação às outras encomendas que estão na fábrica, sendo que a falta de elementos comuns ou de rotas de produção idênticas entre encomendas criam dificuldades no planeamento e controlo (Stevenson, Hendry, & Kingsman, 2005).

De referir que na Amorim Distribuição, no início deste estudo, verificava-se a existência de um único turno que realizava tanto as funções produtivas como as de manutenção, sendo esta a filosofia que estava implementada desde da sua criação há cerca de 23 anos atrás.

3.3) Descrição do Produto

Sustentabilidade de Produto refere-se à forma como os produtos não só providenciam benefícios económicos para as empresas bem como entregam benefícios a nível ambiental e social (Dyllick & Rost, 2017).

Desta forma, o produto comercializado pela empresa, a rolha de cortiça, insere-se no leque de produtos que respeitam as características acima referidas devido à sua origem natural, tal como a todo um processo produtivo que vai de encontro ao cumprimento dos requisitos referentes à sustentabilidade.

O processo sobre o qual recairá o estudo será a transformação das rolhas de cortiça para capsulagem de garrafas que maioritariamente se inserem no mercado do armazenamento de vinho. Quanto às características intrínsecas deste produto, podemos destacar o grande leque de variações que existem, tanto a nível de dimensões, qualidade e processos transformativos.

Destas destacam-se as seguintes famílias de artigos:

- Naturais – Rolhas obtidas diretamente da cortiça que é extraída dos sobreiros;
- Aglomerados – Rolhas técnicas que se formam através da trituração de desperdícios da produção, que passando por vários processos dão origem a um granulado de médias dimensões, que posteriormente e juntamente com cola adquirem o formato e as características das rolhas;
- Neutrocork – Rolha semelhante aos aglomerados no seu processo produtivo, porém apresenta um granulado mais fino;
- Twin Top – Rolha que apresenta a parte central aglomerada e os topos da rolha, tanto o superior como o inferior, são naturais.

Estas rolhas após sofrerem várias transformações em unidades fabris do grupo, com o intuito de adquirirem a sua forma final, são enviadas para a Amorim Distribuição onde irão sofrer processos de acabamento para diferenciação de cliente.

Sendo assim, na Amorim Distribuição o processo produtivo é dependente da customização que o cliente pretende para o produto final. Este artigo é personalizado dentro dos parâmetros que a empresa oferece ao cliente, dando o poder a este último de criar uma rolha que vá de encontro às especificações pretendidas.

Desta forma, o cliente tem em sua posse a capacidade de criar o produto que pretende, tendo por consequência na organização, a existência de um número significativo de artigos possíveis de produzir, fazendo com que a empresa produza por ordem do cliente.

3.4) Descrição do processo

Resumidamente a fábrica subdivide-se em 7 setores relevantes e que exercem influência sobre o processo produtivo da organização. Estes setores são definidos consoante a sua função primordial, tendo como designação, Logística de Entrada, Escolha, Marcação, Laboratório, Tratamento, Embalagem e Expedição.

- **Logística de Entrada**

A fase de receção é efetuada no primeiro sector da fábrica que entra em contacto com os recursos primários, ou seja, a logística de entrada, sendo esta a área onde os operadores realizam o registo de entrada e o aprovisionamento através da alocação das rolhas nos três armazéns disponíveis. Estes armazéns estão organizados através de uma ótica de divisão de áreas de alocação, por família de rolhas, ou seja, rolhas que apresentam as mesmas características por terem sofrido processos produtivos similares nas Unidades Industriais dos fornecedores da fábrica.

O serviço de abastecimento e satisfação das necessidades dos setores seguintes no processo produtivo é também realizado pela força de trabalho alocada a este setor, fornecendo esses mesmos recursos aos setores da “Escolha”, “Marcação” e “Tratamento” (este último, parte integrante da Logística de Saída). Esses pedidos são apresentados ao setor, tanto sobre a forma de Kanbans (Tratamento), Listagem de Pedidos (Marcação) ou mesmo verbalmente no caso da Escolha.

Nesta zona existe controlo à receção por parte do laboratório, o que faz com que possa haver bloqueio de materiais durante o período em que estes aguardam controlo e /ou resultados.

Esta questão poderá também ser alvo de estudo uma vez que tem impacto significativo na disponibilização de recursos aos setores seguintes.

De referir que este setor funciona também assente nos princípios do cumprimento do FIFO (sempre com flexibilidade consoante as necessidades urgentes da produção de determinadas encomendas e os “bloqueios” existentes em determinadas paletes de artigos por parte do Laboratório).

- Laboratório

No mercado onde esta organização está inserida, houve ao longo do tempo necessidade de ir melhorando as garantias da qualidade do produto produzido, o que conduziu à criação de um departamento da Qualidade. Na Amorim Distribuição existe um laboratório onde são efetuados controlos de qualidade, para avaliação de diversos parâmetros relevantes.

Nos últimos anos a exigência dos clientes foi crescendo e conduziu à necessidade de estabelecimento de cadernos de encargos que obrigam a organização a cumprir um conjunto variado de requisitos. No LAB encontra-se uma equipa multidisciplinar que tem como principal responsabilidade monitorizar em que condições se apresentam os artigos que provêm dos fornecedores, devoluções ou prestações de serviço.

Os fatores da natureza da rolha que são tidos em conta e que mais relevância apresentam na posterior avaliação por parte do cliente são:

- Níveis do composto químico TCA que origina o aroma a mofo no vinho;
- Dimensões;
- Massa Volúmica;
- Análise sensorial, procedimento para identificar aromas a mofo, como também outros aromas que, eventualmente, possam estar presentes nas rolhas de cortiça (APCOR, 2015).

Estes fatores são avaliados não pela análise da quantidade total do artigo, mas por amostras retiradas deste último que variam em quantidade, consoante o tipo de rolha analisado e o número de unidades presentes na encomenda.

Estas análises podem ser efetuadas em três fases da cadeia produtiva da UI e têm vindo a ganhar relevância no que toca à influência que exercem sobre as falhas do abastecimento a setores, como é o exemplo da marcação.

- Escolha

O nível de atividade deste setor tem crescido nos últimos anos devido ao aumento de exigência de alguns clientes e é em termos

de fluxo o segundo setor com maior consumo do armazém de recepção.

A função da Escolha passa por verificar se determinadas características do produto lá processado vão de encontro aos requisitos que o cliente apresenta, ou seja, as encomendas que por necessidade têm de ser revistas em termos qualitativos, são enviadas para a Escolha de forma a que o tipo de artigo que as compõem sofra o processo de seleção qualitativa, onde o produto que preenche os requisitos do cliente fica e o restante é alocado a uma classe inferior.

Este processo seletivo pode sofrer três tipos de abordagem, consoante as necessidades da encomenda de forma a atingir o patamar exigido pelo cliente. Esta seleção satisfaz os requerimentos quanto:

- Qualidade;
- Dimensões;
- Peso;
- Inexistência de Defeitos.

Quanto à movimentação de artigos é relevante destacar que estes podem seguir para diferentes localizações consoante o seu destino, uma vez que tanto podem ir para a Marcação ou Tratamento, no seguimento do processo produtivo, como podem voltar para o Armazém da Logística de Entrada para posteriormente serem alocados a outra encomenda.

- Marcação

Este é o processo mais diferenciador da UI uma vez que grande parte do volume total de artigos comercializados pela organização sofre o processo de identificação do cliente no setor da Marcação. Resumidamente, as rolhas provêm das outras UI's sem qualquer tipo de identificação de cliente sendo estas agrupadas por famílias, classes, dimensões e outros parâmetros. Desta forma e consoante a encomenda, na Marcação é colocada a marca do cliente (identificação) na rolha através das máquinas de marcação a tinta, fogo ou laser. Esta identificação do artigo pode ser no corpo da rolha, nos topos (parte superior e inferior da rolha) ou mesmo em ambos. Um método que pode aparentar alguma simplicidade apresenta um elevado grau de complexidade muito devido à gestão de todos os recursos que tem de ser feita em tempo real e diariamente. Na figura 8, verificam-se os recursos do setor:

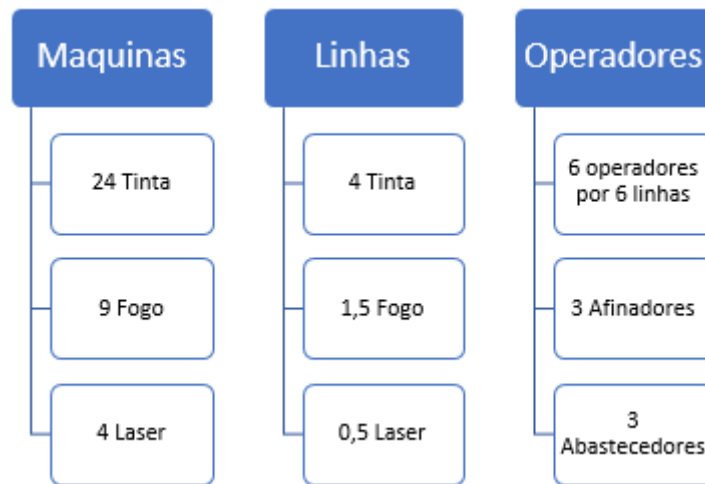


Figura 8 – Recursos Marcação

Este modelo de produção tem pontos que podem ser melhorados de forma incremental, onde modificações como a redefinição das deslocações e da alocação dos operadores aos postos de trabalho podem surtir um efeito extremamente significativo em termos de custos e de aumento de eficiência na fluidez do processo produtivo.

De referir também que os equipamentos apresentam flexibilidade no que toca à sua variação de cadência de produção (através da regulação da velocidade de processamento dos artigos), capacidade que se revela útil em período de maior pressão sobre a produção.

Este setor apresenta dois *Buffers* distintos, o *Buffer* da Marcação, onde as rolhas são rececionadas provenientes do Armazém de Entrada, e o *Buffer* de Estabilização, onde as rolhas após sofrerem o processo de Marcação, repousam no referido *Buffer* em intervalos de tempo diversos (2 dias no caso da marcação a tinta e 0-1 dia no caso da marcação a fogo/laser) para que a marca da rolha estabilize. Só depois, estas mesmas rolhas seguem o seu processo produtivo para o Tratamento.

- **Tratamento**

O Tratamento apresenta-se como o último processo transformativo da cadeia produtiva, sendo esta a etapa onde as rolhas sofrem o tratamento final adequado à encomenda a si associada.

Este processo de fabrico consiste na colocação de uma película que servirá de membrana de impermeabilização das rolhas, impedindo a absorção da bebida pela cortiça. A lubrificação da rolha é outro dos objetivos do tratamento, para facilitar a entrada e saída da mesma das garrafas.

O procedimento do Tratamento começa com a obtenção das rolhas no *Buffer* de estabilização através dos operadores alocados ao setor, posteriormente, as rolhas são transportadas

até às máquinas de tratamento onde é indicada qual a encomenda a processar, quais as suas especificações, dando-se assim início ao processo através da introdução das rolhas no interior dos equipamentos.

Após realizado o tratamento, as rolhas são automaticamente enviadas para o Setor da Embalagem, através de tubagens que têm ligação aos silos de armazenagem existentes no setor do Embalamento.

- Embalagem

A rolhas são enviadas do tratamento para um dos oito silos de armazenamento existentes no setor (onde apenas 6 se encontram disponíveis) sendo que estes estão divididos em duas linhas de 4 silos/linha. Por cada linha existe um tapete de escolha onde as rolhas são passadas uma última vez antes de seguirem para o Embalamento final e posterior armazenamento na Expedição.

Este processo de escolha nos tapetes, é o último sistema de defesa que previne possíveis misturas de rolhas nas encomendas e possui também um detetor de metais, no caso de no interior da rolha seguirem objetos metalo-ferrosos.

Por fim procede-se ao embalamento das rolhas em sacos com quantidades predefinidas para cada tipo de rolha e encomenda, que de seguida seguem para as caixas que serão armazenadas no Armazém de Expedição.

- Expedição

Quanto à Expedição, trata-se da última fase de todo o processo onde de forma resumida as rolhas aguardam num armazém até chegar uma ordem de expedição referente à data de entrega ao cliente. Também é através deste setor que se recebem as devoluções de antigas encomendas.

CAPITULO 4 – ANÁLISE DE PROBLEMAS E PROPOSTAS DE MELHORIA

4.1) Análise Situação Atual

O processo produtivo em questão, está implementado num espaço temporal já considerável em comparação com o período de vida da organização, ou mais concretamente, da Unidade Industrial. Esta situação faz com que o processo se apresente já num elevado estado de maturação devido aos inúmeros anos de rotinas, dotando assim os operadores de uma experiência assinalável, fazendo com que o procedimento implementado seja já efetuado com um elevado grau de eficiência. De realçar também o facto da filosofia do gabinete de produção ao longo dos anos, equipa que gere logisticamente a fábrica, no que toca a distribuição dos operadores pelos postos de trabalho, ter-se mantido algo estática, privilegiando a alocação e fixação de um operador específico a uma tarefa específica, evitando uma grande rotação nos postos de trabalho e flexibilidade em prol de uma maior especialização dos diversos funcionários.

Deste tipo de abordagem, resultam vantagens claras como as que se seguem:

- Maior eficiência produtiva, devido a todos os intervenientes terem a perfeita noção de quais as suas funções e como executá-las da forma mais produtiva, conhecimento este adquirido ao longo de anos de experiência de trabalho;
- Especialização de Operadores, tornando-os verdadeiros peritos nas áreas e funções que desempenham;
- Rápida resolução de problemas e ineficiências, uma vez que estas provavelmente com o decorrer dos anos, já terão aparecido no passado sabendo assim os operadores como atuar nessas situações;
- Criação de um grupo forte de trabalho devido à convivência ao longo dos anos, traduzindo-se a parte afetiva na satisfação dos operadores e consequentemente na produtividade do processo.

Resultam também desvantagens claras como as que se seguem:

- Maior Resistência à mudança pelo facto dos operadores sempre terem realizado as mesmas funções da mesma forma;
- Falta de Flexibilidade pois para cada uma das funções, poucos são os operadores que a conseguem desempenhar;
- Dificuldade em aumentar ritmos produtivos visto os operadores sempre terem realizado aquela função à velocidade que estão habituados.

Referir que para ir mais de encontro à realidade do tipo de mercado, a unidade de medida que se irá utilizar no decorrer do trabalho para medição dos diversos indicadores serão as mil rolhas (ML).

4.1.1) Value Stream Mapping Situação Actual

De forma a adquirir uma visão aprofundada de todo o processo produtivo, a realização de um VSM apresenta-se como um passo fundamental a efetuar uma vez que, como já referido, permite perceber todos os desempenhos dos vários setores integrantes do fluxo produtivo bem como as suas características e influências aos demais.

Assim sendo, o processo produtivo da Amorim Distribuição apresenta-se como uma complexa rede de ligações onde se encontram vários setores que apresentam sinergias entre eles, sendo que a análise aprofundada do processo se apresenta como uma etapa basilar para a identificação de ineficiências e posterior base para futuras propostas de melhoria.

Todos os setores apresentam características técnicas que serão descritas posteriormente, porém é de referir que o início da cadeia produtiva começa com a chegada dos recursos primários ao setor de receção, por via de fornecedores externos à Unidade.

Esses aspetos serão analisados, porém visto que vários processos variam consoante o tipo de artigo a ser processado, sendo mais visível essa variabilidade no tempo de repouso dos artigos em armazéns, a escolha recai sobre as rolhas 44x24 Neutrocork, uma vez que já representam uma grande fatia das rolhas processadas na Amorim Distribuição e pelo facto de ser a rolha que demonstra mais indícios de crescimento no mercado.

O atual processo produtivo da fábrica em estudo processa-se segundo a figura 9:

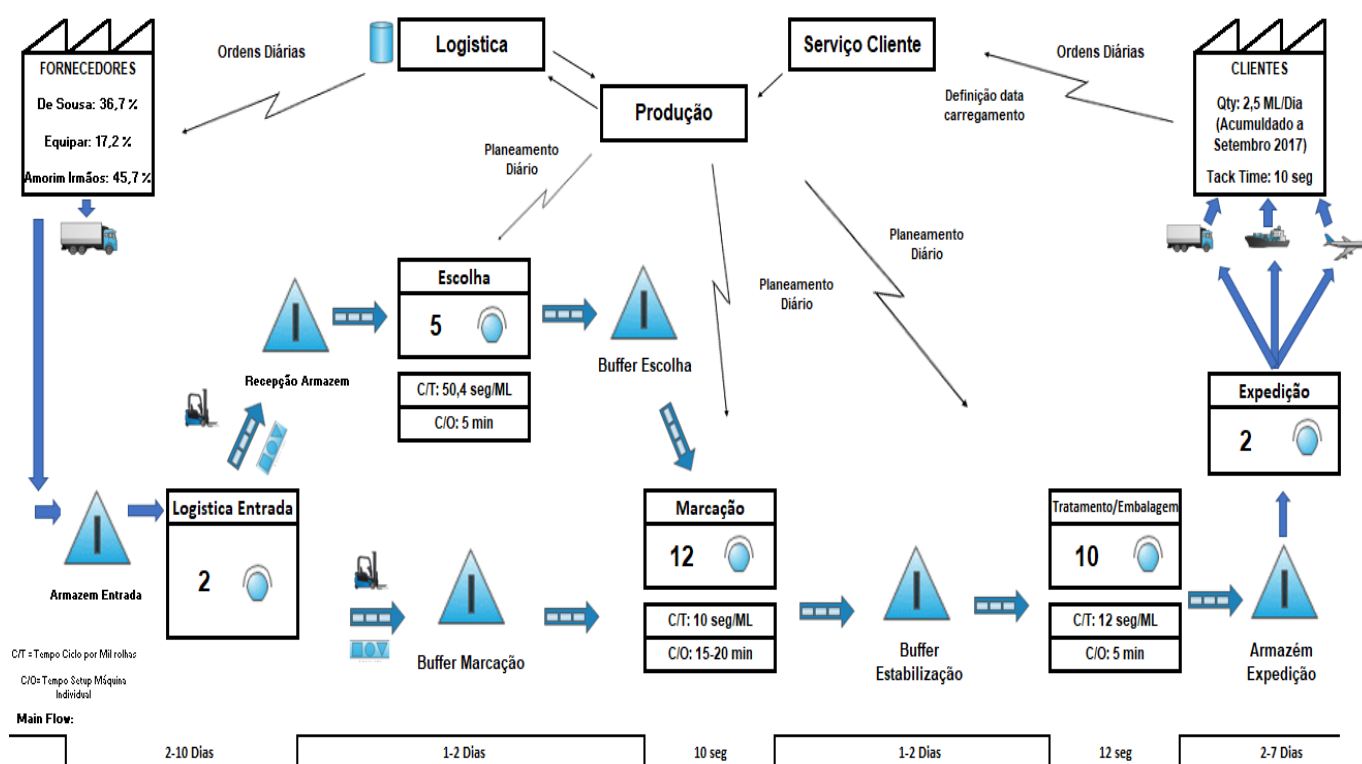


Figura 9 – VSM Atualidade

1. Fornecedores

Após análise de dados provenientes dos Fornecedores realizadas em 2016, a Amorim Distribuição, apresenta 3 grandes fornecedores de rolhas, sendo que cada um deles providencia um tipo de família de artigo diferente, ou seja, tipos de rolha diferentes.

- Amorim Irmãos fornece rolhas Naturais e Colmatadas representando cerca de 45,7% das entregas;
- A De Sousa está encarregue de entregar as rolhas Neutrocork representando cerca de 36,7% das entregas;
- A Equipar providencia as rolhas Twin Top e Aglomeradas representando 17,2% das entregas;
- Outras unidades como a PortoCork ou a Vasconcelos & Lincke também fornecem rolhas, porém em percentagem reduzida.

O abastecimento da Unidade Industrial é planeado e realizado diariamente no caso da Amorim Irmãos e da De Sousa sendo que a Equipar apenas realiza entregas 2 vezes por semana.

2. Receção e Logística de Entrada

Este é o setor que efetua a receção dos artigos provenientes dos vários fornecedores. Após se efetuar a contagem manual do número de posições existentes nos 3 armazéns do setor verificou-se que existem cerca de 600 posições para alocação de paletes. Uma vez que estas quando rececionadas em média são constituídas por 85 mil rolhas, verifica-se que o armazém terá uma capacidade de cerca de 50 Milhões. Porém o facto de grande parte das paletes não estarem completas, devido às utilizações parciais das suas quantidades, baixa o valor de Stock armazenado para uma média de cerca de 25 Milhões de rolhas com um desvio padrão de 3 milhões de rolhas mensalmente, valores estes baseados nos dados de inventariação mensal.

Após receção, os artigos são alocados a um dos armazéns e no global o setor apresenta as seguintes características:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| • Capacidade Máxima de Armazenamento: | 50 Milhões rolhas |
| • Capacidade Média Utilizada: | [22;28] Milhões rolhas |
| • % Ocupação Média: | 50 % |
| • Número de Armazéns: | 3 Armazéns |
| • Força de Trabalho: | 2 Operadores |

Após a receção, as rolhas podem seguir 3 caminhos diferentes, onde todos eles acabam na Logística de Saída (LS), que para o caso, representa a sequência de Tratamento → Embalagem → Expedição.

Através da análise de dados provenientes de ficheiros de controlo da rastreabilidade interna, o fluxo percentual que cada um dos caminhos representa, também se encontra especificado:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| • Caminho 1: Armazém → LS | 5.3% fluxo |
| • Caminho 2: Armazém → Marcação → LS | 75.7% fluxo |

- Caminha 3: Armazém → Escolha → Marcação → LS 20% fluxo

3. Escolha

Se as rolhas seguirem o Caminho 3), serão transportadas via empilhador para um mini-*Buffer*, “Receção de Armazém”, que apresenta uma capacidade de Armazenamento de cerca de 1 Milhão de Rolhas, dados obtidos através de contagem das posições disponíveis para alocação de materiais. Também através da monitorização diária durante diversos meses verificou-se que o período de rotação dos artigos no *buffer* vai até 2 dias de permanência. Com os ficheiros relativos à inventariação do setor obteve-se os valores de ocupação média mensal. Sendo assim o *buffer* apresenta as seguintes características:

- Capacidade Armazenamento (Cap. Armaz.): ≈ 1 Milhão Rolhas
- % Ocupação *Buffer*: 85%
- Rotação Artigos: 1-2 dias

Quando disponíveis no *Buffer* “Receção de Armazém”, as rolhas são processadas pelo setor da Escolha, sendo que esta atividade apresenta uma produção média de 500 mil rolhas, dados obtidos da monitorização das produções diárias do setor. O cálculo do tempo ciclo é realizado através da formula presente na revisão bibliográfica assumindo o tempo disponível por turno, ou seja, as 7 horas. Já o cálculo do tempo de *Setup* foi obtido perante a observação de mais de 100 observações ao longo do ano.

Assim sendo, o setor apresenta as seguintes características:

Escolha	
•Produção Diária:	500 ML
•Tempo Ciclo:	50,4 seg/ML
•Tempo Setup:	5 min
•Máquinas:	7 maq
•Escolha Manual:	2
•Escolha Eletrónica:	3
•Balança:	2
•Força Trabalho:	5 Operadores

Figura 10 – Características Setor Escolha

Após as rolhas serem processadas no setor da Escolha, estas são armazenadas no “*Buffer* Escolha”, sendo que para a obtenção dos dados relativos a este *buffer* foram utilizados os mesmos procedimentos relativos ao *buffer* “Receção Armazém”. Desta forma, o “*Buffer* Escolha” apresenta as seguintes características:

- Capacidade de Armazenamento: 480 Mil Rolhas
- % Ocupação do *Buffer*: 95%
- Rotação de Artigos: 1 dia

Após serem processadas podem ser armazenadas ou seguir diretamente para a próxima fase do processo produtivo, ou seja, a Marcação.

4. Marcação

A proveniência das rolhas para este setor poderá ter origem de duas formas, sendo estes o Caminho 2) ou Caminho 3).

Em relação ao Caminho 3), as rolhas provenientes da Escolha, na maioria das encomendas, seguem diretamente para as máquinas.

Porém nos casos de as rolhas seguirem o fluxo do Caminho 2) ou em alguns casos das rolhas provenientes da Escolha, o seu processamento na Marcação é antecedido pelo seu armazenamento no *Buffer* da Marcação, *Buffer* este que pode ser subdividido em duas zonas, o *Buffer* em si e a Plataforma de Abastecimento da Marcação (que também apresenta uma capacidade de armazenamento significativa).

Apesar de fisicamente estas duas subzonas se encontrarem separadas, numa ótica de análise às várias etapas existentes na cadeia produtiva, cumprem as mesmas funções na mesma fase do processo podendo assim ser consideradas o complemento uma da outra. Sendo assim, e utilizando o mesmo procedimento para obtenção de dados relativamente aos *buffers* anteriormente calculados, o *Buffer* da Marcação e a Plataforma de Abastecimento apresentam as seguintes características:

- Cap. Armaz. (*Buffer* de Marcação): 4,76 Milhões Rolhas
- % Ocupação do *Buffer*: 85%
- Rotação de Artigos: 1-2 dias

- Cap. Armaz. (Plataforma de Abastecimento): 4,25 Milhões Rolhas
- % Ocupação do *Buffer*: 70%
- Rotação de Artigos: 1 dia

Quando disponíveis no *Buffer* de Marcação as rolhas são posteriormente processadas pelo setor da Marcação. À data do estudo, este apresenta uma capacidade produtiva de 2,5 Milhões de rolhas dia, dados obtidos através da monitorização diária da produção dos setores. Quanto ao valor do tempo de *Setup*, este é baseado é mais de 200 observações efetuadas durante o ano, divididas em observações realizadas pelo próprio como através da utilização de conta palitos, ferramenta que permite os operadores registarem o tempo necessário e o número *Setup*'s nas máquinas ao longo do dia.

Assim sendo, o setor apresenta as seguintes características:

Marcação

•Produção Diária:	2500 ML
•Tempo Ciclo:	10 seg/ML
•Tempo Setup:	15-20 min
•Máquinas:	36 maq
•Tinta:	24
•Fogo:	9
•Laser:	4
•Força Trabalho:	12 Operadores

Figura 11 – Características Setor Marcação

Como se verifica, este é o setor que apresenta uma maior capacidade produtiva sendo também o que apresenta maior complexidade na gestão dos recursos a ele alocados.

5. Tratamento/Embalagem

Posteriormente à marcação das rolhas estas são alocadas como já referido, ao *Buffer* de Estabilização sendo que nesta etapa verifica-se uma divergência de comportamentos dos diversos artigos consoante o tipo de marcação a que foram sujeitos. Resumidamente, as rolhas que sofreram uma marcação a tinta, requerem um período de estabilização de cerca de 48 horas antes de poderem prosseguir para o Tratamento. Porém o segundo tipo de artigos, aqueles que são marcados a fogo ou a laser, não apresentam essa mesma necessidade uma vez que após a queima superficial da rolha esta pode imediatamente ser tratada sem sofrer qualquer tipo de perda de qualidade com esse procedimento. Após análise, verifica-se que os números de artigos processados na Marcação a Tinta perfazem cerca de 77,3% da quantidade total, sendo que os restantes 22,7% correspondem à Marcação da Fogo/Laser, valores obtidos através da análise de bases de dados respetivos à alocação dos artigos às máquinas de marcação durante o ano de 2016. Desta forma, visto que grande maioria das rolhas presentes no *Buffer* de Estabilização necessita de aguardar 2 dias para poderem avançar para a etapa seguinte, considera-se que o tempo de rotação geral do *Buffer* é de 2 dias, valor corroborado pelas observações diárias em fábrica. Concluído, o *Buffer* apresenta as seguintes características:

- Capacidade de Armazenamento: ≈ 5 M
- % Ocupação do *Buffer*: 75%
- Rotação de Artigos: 1-2 dias

Quando disponíveis no *Buffer* de Estabilização e prontas a serem tratadas segundo os requisitos anteriormente referidos, as rolhas são processadas pelo setor do Tratamento e posteriormente Embalagem. Estes dois setores apesar de possuírem capacidades produtivas diferentes, estão

ligados em linha, ficando por isso restringidos à capacidade produtiva do embalamento, pois não podem tratar-se rolhas, sem que haja silos de embalamento livres.

Nesta análise são apresentados em conjunto, porém, na análise mais aprofundada, a sua separação é obviamente efetuada.

Tratamento/ Embalagem	
•Produção Diária:	2100 ML
•Tempo Ciclo:	12 seg/ML
•Tempo Setup:	5 min
•Máquinas Tratamento:	9 Maq
•Automáticas:	7
•Manuais:	2
•Linhas Embalagem:	3 linhas
•Automáticas:	2
•Manual:	1
•Força Trabalho: 10 Operadores	
•Tratamento:	3
•Embalagem:	7

Figura 12 – Características Setores Tratamento e Embalagem

Por fim, a etapa final antes da Expedição para os clientes, passa pelo armazenamento das rolhas já embaladas, no Armazém de Expedição. Desta forma, e devido à já verificada grande cadência de produção da fábrica, este Armazém necessariamente apresenta uma grande capacidade de absorver o grande volume de artigos provenientes do fluxo produtivo. Sendo assim, o Armazém de Expedição apresenta as seguintes características:

- Capacidade de Armazenamento: $\approx 8 \text{ M}$
- % Ocupação do Armazém: 100%
- Rotação de Artigos: 1-7 dias

De referir que este Armazém apresenta um número de % Ocupacional de 100%, uma vez que o Armazém se encontra constantemente cheio, sendo necessário preencher os corredores que dão acesso aos *Racks* com paletes, ou seja, uma vez que estes mesmos corredores não se encontram contabilizados na capacidade de armazenagem, não contam para as medições das variações de ocupação do Armazém.

Por outras palavras, os espaços teoricamente definidos para alocar produto acabado no Armazém de Expedição encontram-se praticamente sempre preenchidos. Quanto ao facto de o valor da rotação de artigos apresentar uma gama de valores tão díspares, deve-se à variada gama de encomendas que o armazém aloca. Aprofundando o assunto, a existência de encomendas com destino a Portugal ou Espanha perfazem cerca de 50 % das vendas totais da Unidade Industrial, sendo que estas encomendas apresentam um período de rotação de artigos de 1-2 dias devido à facilidade logística de transporte.

Porém, os outros 50% das encomendas referem-se a outros mercados que exigem uma logística de transporte mais complexa, uma vez que o transporte é realizado na maior parte das vezes por agrupamentos de

encomendas, situação que obriga determinados artigos a permanecer 1 semana ou mais no Armazém de Expedição.

Após a análise e descrição das diversas etapas do processo produtivo, obtém-se uma visão macro de toda a cadeia de produção sendo que assim, se reúnem as condições necessárias para se poder retirar algumas conclusões gerais sobre o sistema em si.

- *Takt Time*

A realização de um estudo em meio industrial, por um elevado período de tempo, apresenta variações relevantes nos dados provenientes de diversas variáveis.

Neste caso, as “Necessidades do Mercado” foram variando ao longo dos diversos meses devido ao facto de este ser um ramo da indústria em que os clientes estão sujeitos a picos de produção e engarrafamento em determinadas alturas do ano devido às vindimas e às épocas festivas, situações que exercem mais pressão sobre a comercialização de vinho, e por consequente de rolhas.

Porém, no panorama geral, segundo análise de dos dados das Expedições bem como das perspectivas de crescimento de mercado fornecidas pela empresa, os valores apresentados pelo mercado a nível de necessidades, à data de realização do estudo, rondam os 50 Milhões/mês, sendo que a tendência tem sido a crescer na ordem dos 20%, atingindo assim os 60 Milhões/mês.

Sendo assim, dividindo os 50 Milhões/mês pelos 20 dias de trabalho mensal, verifica-se que a produção necessária exigida pelo mercado deverá rondar os 2,5 Milhões/dia, tendo em conta que um turno apresenta um tempo de trabalho efetivo de cerca de 7 horas:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Efetivo\ de\ Trabalho\ Por\ Turno}{Necessidades\ Cliente\ Por\ Turno} = \frac{7 * 60 * 60}{2500} \approx 10\ seg/ML$$

- *Lead time* Produção

Para o cálculo deste indicador, é necessário escolher um dos diferentes tipos de artigos comercializados, uma vez que consoante o artigo o *Lead time* nos vários setores também se altera.

Tal como já referido a escolha recai sobre o 44x24 Neutrocork e assim sendo, no gráfico descritivo do VSM, vários setores apresentam *Lead times* sob a forma de intervalos temporais devido à já mencionada variabilidade destes mesmos em função ao artigo em si. No caso do 44x24 Neutrocork o *Lead time* é o seguinte:

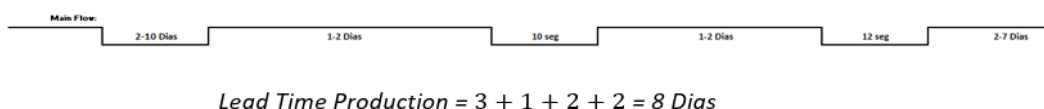


Figura 13 – *Lead time* Atual

Para o caso do 44x24 Neutrocork, o período médio de permanência no Armazém de Entrada é de cerca de 3 dias tendo por base os dados da rastreabilidade dos artigos. Uma vez alocados ao *Buffer* da Marcação, levam cerca de 1 dia a ser processados pelo setor da Marcação sendo que passam em média 2 dias na Estabilização, uma vez que os Neutrocork são na sua maioria, marcados a tinta. Por fim, apesar da grande variabilidade nos dados disponibilizados sobre o tempo de permanência, em média este artigo após realizar todas as etapas do processo produtivo, permanecer em média cerca de 2 dias no Armazém Expedição.

Também é de referir que no setor da Marcação e Tratamento os valores apresentados de 12 seg., referem-se à produção de mil rolhas (a unidade de medida em uso).

Já o *Lead time* apresentado pelo setor da Escolha sobrepõe-se ao do *Buffer* da Marcação, uma vez que ambos apresentam o mesmo valor para este indicador (apesar de neste caso os Neutrocork apenas se ter considerado 1 dia uma vez que não passa pela Escolha).

4.1.2) Teoria das Restrições Atual

A análise VSM realizada permite de forma macro entender as características e cadências produtivas dos vários setores tendo como consequência a fácil identificação do setor que apresenta a menor produtividade, ou seja, o setor gargalo.

Neste caso o setor gargalo é o ponto da fábrica em que todos os esforços devem ser concentrados de forma a maximizar a produção do mesmo. Isso pode ser feito de várias formas, como por exemplo, alocar mais recursos ao setor, otimizar os recursos já existentes ou optar por uma flexibilidade de postos de trabalho.

A ideia passa pelo alavancar da produtividade do setor de forma a melhorar a produtividade geral do sistema produtivo.

Neste sistema produtivo, através do VSM verifica-se que os setores do Tratamento e da Embalagem estão a ser o gargalo de todo o processo produtivo. Acontece que ambos apresentam o mesmo volume de produção visto estarem simbioticamente conectados, sendo que um restringe a produtividade do outro.

Desta forma, neste subcapítulo será alvo de análise esta relação entre ambos de forma a compreender qual dos setores representa realmente a atividade gargalo de todo o processo produtivo.

Analisando o Tratamento e a Embalagem, segundo as ferramentas de monitorização de produção, ambas apresentam uma cadência produtiva real de cerca de 2100 rolhas e o turno apresenta uma disponibilidade horária de 7 horas, desta forma:

$$\text{Tempo Ciclo Tratamento Real} = \frac{\text{Tempo Disponível por Turno}}{\text{Produção Diária}} = \frac{7 \times 60 \times 60}{2100} = 12 \text{ seg/ML}$$

$$\text{Tempo Ciclo Embalagem Real} = \frac{\text{Tempo Disponível por Turno}}{\text{Produção Diária}} = \frac{7 \times 60 \times 60}{2100} = 12 \text{ seg/ML}$$

No setor da Embalagem verifica-se que a cada 20 segundos são embaladas 1000 rolhas/linha, dados obtidos através de mais de 200 observações ao longo do ano em ambas as linhas. Sendo assim, ao longo das 7 horas de trabalho disponível por turno, cada uma das linhas produz teoricamente cerca de 1,250 Milhões de rolhas.

Tempo de Ciclo da Embalagem com as duas linhas em funcionamento:

$$\text{Tempo Ciclo Embalagem Teórico} = \frac{\text{Tempo Disponível por Turno}}{\text{Produção Diária}} = \frac{7 \times 60 \times 60}{2 \times 1250} = 10,8 \text{ seg/ML}$$

Já o Tratamento possui 7 máquinas automáticas mais 2 manuais, sendo que as capacidades produtivas variam de máquina para máquina, como se pode verificar pela figura 14:

Produção por Ciclo Tratamento	Nº Máquinas
30 ML/Ciclo Tratamento	1
26 ML/Ciclo Tratamento	1
20 ML/Ciclo Tratamento	5
5 ML/Ciclo Tratamento	1
2 ML/Ciclo Tratamento	1

Figura 14 – Produções por Ciclo Tratamento por Máquina

Todas têm uma característica em comum, o tempo necessário para todas as máquinas efetuarem um tratamento em média é igual, ou seja, já incluído o tempo de carga da moega de tratamento mais a realização do programa de tratamento em si o tempo necessário para a realização de um ciclo é de cerca de 30 minutos.

Sendo assim e visto que um turno trabalha sete horas, as máquinas conseguem executar individualmente, cerca de 14 programas de tratamento por dia. Desta forma a produção teórica do setor seria:

$$\sum \text{Capacidade Máquina} \times \text{Nº Ciclos por Dia} = (30 \times 14) + \dots + (5 \times 14) = 2282 \text{ ML}$$

$$\text{Tempo de Ciclo Tratamento Teórico} = \frac{\text{Tempo Disponível por Turno}}{\text{Produção Diária}} = \frac{7 \times 3600}{2282} = 11 \text{ seg/ML}$$

O setor da Embalagem apresenta teoricamente uma performance melhor que a do Tratamento, porém, nesta situação, a presença no terreno revela-se absolutamente fulcral. O Tratamento, devido ao facto do seu tipo de procedimento ser contínuo (enquanto a máquina trata, a próxima moega já está a ser abastecida, não havendo assim perdas de produtividade nas mudanças de programa), a sua cadência produtiva tem potencial para aproximar-se muito do valor teórico.

No caso do Embalamento, devido às constantes mudanças de encomenda e limpeza de silos, funções realizadas sempre que há troca de artigos processados, a produção real distancia-se mais do valor teórico produtivo do setor.

De forma a diminuir o impacto entre as capacidades produtivas entre ambos os setores, existem silos de armazenamento que servem para receber as rolhas provenientes do tratamento.

Os silos têm uma capacidade de cerca de 50 mil rolhas uma vez que conseguem armazenar um primeiro ciclo de tratamento de cerca de 30 mil e posteriormente ainda apresentam capacidade para receber mais cerca de 20 mil rolhas provenientes de um ciclo de tratamento de uma outra máquina.

Porém, este pequeno *buffer* intermédio apenas funciona em algumas situações de menor produção porque variadas vezes, estes ficam cheios e obrigam as máquinas do tratamento a esperar que os silos sejam esvaziados, de forma a puderem enviar mais rolhas e a continuar a produção.

Esta situação deve-se ao facto da cadência produtiva do tapete de embalagem não ser a suficiente para vazar os silos à velocidade exigida pelo volume de produção do Tratamento.

Assim sendo verifica-se a cadência produtiva igual em ambos os setores, que será sempre equivalente à capacidade produtiva da atividade gargalo, ou seja, a Embalagem. Nesta atividade, os silos são vazados individualmente e apenas um de por cada linha, situação esta provocada pela existência de um único tapete de Embalagem em cada uma das linhas.

Todos estes cálculos são suportados pelo facto de ser possível observar as máquinas de tratamento diariamente com as moegas das rolhas já tratadas à espera que os silos “ganhem” capacidade de armazenamento de forma a poderem vazar essa moega e continuar a produção. Já no Embalamento as suas linhas, excetuando em mudanças de encomenda ou em avarias mecânicas, encontram-se sempre em funcionamento.

Desta forma pode-se afirmar que a capacidade produtiva do Embalagem é cerca de 2100 ML/dia restringindo o Tratamento também a esse valor pelas razões acima mencionadas.

4.2) Identificação Ineficiências nos Setores

Após identificada a atividade gargalo, segundo o TOC, as etapas seguintes passam pela exploração e nivelamento desta restrição com o restante processo produtivo.

Este nivelamento passará pelo aumento da capacidade produtiva do setor através do aproveitamento e/ou criação de recursos adicionais no setor gargalo, de forma a alavancar a produtividade bem como os consequentes efeitos positivos a nível da diminuição das diferenças produtivas entre este e os restantes setores.

Desta forma, este subcapítulo irá focar-se na identificação de recursos existentes nos vários setores de todo o processo que se encontram em sub-rendimento ou mesmo em não utilização de forma a verificar se poderiam ser alocados a funções que maximizariam a performance do sistema produtivo.

4.2.1) Ineficiências e Oportunidades de Melhoria na Embalagem

Uma vez que o setor do Embalamento se apresenta como o setor gargalo será sobre este que a análise se irá iniciar. Como ponto de partida, de

forma a conseguirmos o nivelamento pretendido, é necessário serem identificados os recursos do setor que se encontram em sub-rendimento e possam aumentar a capacidade produtiva, bem como propor a criação de recursos que surtissem impacto nessa mesma capacidade produtiva.

- Máquina de Embalamento Manual
 - Esta é a máquina onde se processam as encomendas com quantidades abaixo ou iguais a 15 mil rolhas;
 - A máquina encontra-se em subutilização uma vez que não é utilizada durante a totalidade das horas disponíveis por turno;
 - Nesta, o operador define o ritmo produtivo, de forma resumida, o operador enche a moega de abastecimento da máquina com a ajuda de um elevador e quando dá ordem (através do sistema semiautomático), da moega são retiradas exatamente 1000 rolhas para um tapete de passagem que termina com a selagem semi-manual da saca pelo operador em questão.



Figura 15 – Marcação com Contentor e Elevador

Apenas quando este tem todo o processo efetuado, é que dá ordem para que mais 1000 unidades sejam processadas pela máquina, repetindo todo o processo. Adicionalmente, o operador tem como função alocar as sacas já seladas às caixas que serão alocadas no Armazém de Expedição, a cada um dos clientes para os quais se destina o artigo em questão. Sempre que se processam e embalam 1000 rolhas, é necessário cerca de 1

minuto e 30 segundos para que todas as etapas do processo se concretizem, sendo estes dados obtidos através de mais de 100 observações em campo;

- Após análise, a máquina apresenta uma capacidade produtiva teórica:

$$\text{Produção Máquina Teórica por Hora (PMTM)} = \frac{60 \text{ minutos}}{1,5 \text{ minutos /ML}} = 40 \text{ ML}$$

$$\text{Produção Diária} = \text{PMTM} * \text{Horas Disponíveis Turno} = 40 \text{ (ML)} * 7 \text{ (horas)} = 280 \text{ ML}$$

- Máquina de Embalamento de Sacas de Pequenas Quantidades

- Esta é a máquina onde se processam as encomendas embaladas com sacas de quantidade inferiores a 1000 rolhas
- A máquina encontra-se parada uma vez que não é utilizada enquanto não existir uma encomenda em que o embalamento seja a sacas de quantidade inferiores a 1000 rolhas;
- Começando pela localização, esta máquina encontra-se afastada dos silos de armazenamento, uma vez que a sua utilização obriga a um processo extra de abastecimento realizado pelo operador a si alocado. A primeira tarefa do operador passa pelo abastecimento da moega, sendo que posteriormente as rolhas são armazenadas em sacos de quantidade inferiores a 1000 rolhas. O facto de nesta máquina o número de rolhas por saca ser menor que as restantes, traz efeitos negativos no que toca à cadência produtiva. Apenas após 2 minutos, 10 sacas de 100 unidades são produzidas perfazendo as 1000 rolhas, tendo sido estes dados tirados em cerca de 20 observações realizadas ao longo do ano.
- Desta forma, a cadência produtiva:

$$\text{Produção Máquina Trat Saquinhas (1 hora)} = \frac{60 \text{ (minutos)}}{2 \text{ (minutos)/ML}} \approx 30 \text{ ML}$$

$$\text{Produção Diária} = \text{PMTS} * \text{Horas Turno} = 30 \text{ (ML)} * 7 \text{ (horas)} \approx 210 \text{ ML/dia}$$

Uma adaptação desta máquina de forma a que esta adquira a capacidade de embalar 1000 rolhas/ciclo deverá ser equacionada. Apesar do custo desta adaptação se apresentar relativamente elevado para a cadência de produção da máquina, trata-se de mais uma forma de aumentar a capacidade do setor gergalo.

- Possível Criação Nova Linha de Embalamento (igual às existentes)

Apesar desta opção ser, por larga margem, a que apresente o maior impacto a nível de produtividade do setor, também é a que apresenta investimentos mais significativos, sendo que não se encaixa de todo na abordagem de maximização da utilização de recursos já existentes, que este estudo leva a cabo.

Porém, é de referir que iria tratar-se de mais uma opção a analisar no que toca a um possível aumento da produtividade do setor gergalo.

4.2.1.1) Necessidades para Melhoria das Ineficiências

De forma a maximizar estas ineficiências do setor, verifica-se em todas elas a necessidade de obtenção de recursos extra para permitir o funcionamento das diversas máquinas já referidas.

- Máquina de Embalamento Manual

No caso da máquina de Embalamento Manual, apesar do abastecimento das rolhas ser efetuado pelo operador, não é necessário a contratação de uma nova pessoa para o local em questão, uma vez que após as já referidas observações em campo, as funções que este teria de efetuar estariam dentro do tempo a seu dispor no horário de trabalho um turno.

Nesta função o operador teria de realizar 4 etapas a tempo inteiro que passariam por:

- 1) Abastecimento do Elevador com ligação à Moega;
- 2) Substituição e Selagem das Sacas de 1000 Unidades;
- 3) Introdução das Sacas nas Caixas Cliente;
- 4) Arrumação Caixas junto ao Armazém Expedição.

Esta sequência de trabalhos seria realizada em cerca de 1 minuto e 30 segundos por cada mil rolhas, sendo este tempo suficiente para a realização da tarefa de forma a que a qualidade do produto não seja comprometida.

No que toca a investimentos, facilmente se verifica que a única necessidade extra para que o funcionamento da máquina se efetue, passa pela inclusão de um operário fixo no setor, uma vez que para esta começar a funcionar constantemente, não são necessárias efetuar nenhuma alteração à máquina já existente.

- Máquina de Embalamento de Sacas de Pequenas

Apesar desta maior dificuldade de abastecimento, esta máquina apenas necessita de um operador a ela alocado uma vez que já por diversas ocasiões,

este exercício foi realizado sempre com sucesso, visto que já por várias vezes um operador ficou a monitorizar a máquina sozinho.

Ainda quanto ao abastecimento, com o decorrer do estudo foram verificadas as potencialidades desta máquina, porém o seu abastecimento feito saco a saco complicava a sua operação por apenas um funcionário devido às constantes necessidades de abastecimento da moega, conseqüentes da baixa capacidade de armazenamento dos sacos.

Dessa forma, foi realizado um investimento já no decorrer do estudo de forma a capacitar a máquina de um abastecimento através de contentores, sendo que estes apresentam uma capacidade média de cerca de 30 mil rolhas, fazendo assim com que o operador não necessite de muito tempo e esforço para a realização da tarefa de abastecimento.

Nesta função o operador teria de realizar 4 etapas a tempo inteiro que passariam por:

- 1) Abastecimento da Moega c/Contentores;
- 2) Introdução das Sacas de 100 unidades já seladas nas Caixas Cliente;
- 3) Arrumação das Caixas Cliente em paletes.

A nível de investimentos, ao contrário da opção anterior, seria necessário a obtenção de um operador extra para o setor

Adicionalmente, se a empresa visar capacitar a máquina de embalar sacas a 1000 rolhas, será sempre necessário um investimento na adaptação da máquina. Relativamente a este último ponto, as estimativas de investimento para que esta adaptação viabilize a máquina de realizar as funções pretendidas encontra-se na análise de *Paybacks* que será refletida posteriormente neste trabalho.

Realizada esta alteração, a capacidade do setor seria elevada para mais 200 mil rolhas por dia e a Unidade Industrial ficaria com uma máquina extremamente versátil a nível de capacidade de embalagem.

- Nova Linha de Embalagem

Já no caso da última alternativa, criação de uma nova linha de Embalagem, seria sempre necessário a aquisição de 2 operadores, porém a grande barreira que se levanta passa mesmo pelo expressivo investimento necessário para a construção desta nova hipotética linha de Embalagem. Porém, uma vez analisada para as outras alternativas, os operadores teriam dois postos de trabalho:

- 1) Escolha Embalagem
 - a. Monitorização de Rolhas;
 - b. Mudanças de Encomendas;
 - c. Limpeza de Silos;

2) Embalador

- a. Alocação das sacas de 1000 unidades às Caixas Cliente;
- b. Arrumação das Caixas em paletes.

Visto que não se enquadra no perfil de opções de “baixo custo”, apresentadas nesta tese, esta opção não será posteriormente aprofundada.

4.2.2) Ineficiências e Oportunidades de Melhoria no Setor da Marcação

De forma a melhor compreender o processo da Marcação é aconselhado descrever todas as etapas do processo passo a passo de forma detalhada, para a partir daí ser possível extrair as Ineficiências existentes no setor.

4.2.2.1) Descrição Pormenorizada Marcação

Assim sendo, a Marcação é um processo da cadeia produtiva complexo e diferenciador, uma vez que realiza uma função na qual grande parte dos artigos produzidos são processados, sendo a Amorim Distribuição a maior Unidade Industrial do grupo a realizar este processo produtivo especificamente.

Inicia-se quando as rolhas que estavam alocadas no *Buffer* da Marcação são carregadas pelos abastecedores para a plataforma de abastecimento, que se encontra diretamente acima das máquinas que realizam a Marcação.

Esta plataforma possui, por cada uma das máquinas do setor, uma moega de abastecimento, onde as paletes são descarregadas consoante a encomenda que vai ser processada na máquina situada diretamente abaixo.

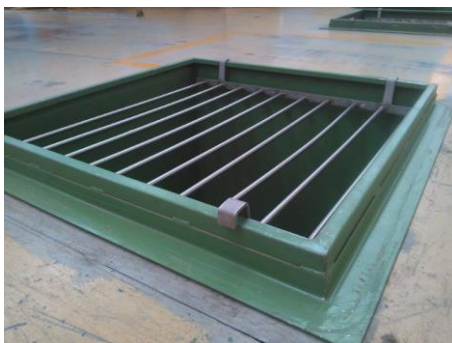


Figura 16 – Moegas da Plataforma Abastecimento

Este abastecimento é feito saco a saco, ou seja, o transportador carrega as paletes, paletes estas com os artigos dispostos em sacas de uma determinada quantidade específica (normalmente 5 mil rolhas), para junto das moegas respetivas, que posteriormente os abastecedores descarregam individualmente os sacos na moega até que toda a paleta tenha sido consumida e substituída por outra.

Uma vez na moega, as rolhas por ação da gravidade seguem o seu curso natural até às máquinas de marcação onde são marcadas individualmente, caindo por fim para dentro de um cesto.

Estes cestos têm capacidades relativas que são influenciadas por uma das características que as rolhas apresentam, o calibre. Após o cesto ficar cheio, na sua capacidade de armazenamento máxima, a própria máquina realiza a alteração da produção para outra cesta alocada ao lado da primeira, com o intuito de nunca fazer parar a produção com a mudança de cestos.



Figura 17 – Alteração Automática Cesto

De seguida o operador da linha substitui o cesto já cheio por outro vazio para que o processo se efetue sempre sem interrupções.

Após a substituição, o operador vai empilhando os cestos cheios até que tenha atingido um total de 4 cestos em coluna, sendo este o momento em que este mesmo operador de linha realiza a alocação da coluna de cestos cheios ao *Buffer* de Estabilização, sendo assim obrigado a deixar o seu posto de trabalho para efetuar a deslocação de rolhas para armazenamento.

Como se verifica, este é um procedimento que se realiza em todas as linhas, o que ampliado a nível de tempo necessário para a sua realização, permite retirar conclusões quanto à relevância que este procedimento, que não acrescenta valor ao produto, possui.

As rolhas após alocação no *buffer* podem experienciar diferentes tipos de tempo de espera, ou estabilização, consoante o tipo de marcação que sofreram e a dimensão da marca que lhes foi inserida.

Como já referido anteriormente, se forem marcadas a tinta terão de passar por um período de estabilização de 48 horas, se marcadas a fogo ou laser poderão ser tratadas entre 0-1 dias.

4.2.2.2) Ineficiências e Oportunidades Melhoria Detetadas

Nestas várias etapas do processo da Marcação surgem algumas ineficiências que apresentam potencial para ao ser otimizadas, libertarem recursos, como por exemplo operadores, para serem aplicados ao setor gargalo da Embalagem. Algumas dessas ineficiências são:

1. Movimentações das Rolhas Marcadas pelos Operadores para o *Buffer* Intermédio

Nesta parte integrante e necessária do processo acima descrito, os operadores são forçados a deixar as suas respetivas linhas, sempre e quando 4 cestos são acumulados de uma dada encomenda e da sua respetiva máquina, uma vez que por razões de segurança no trabalho, a acumulação de mais de 4 cestos na vertical é estritamente proibida.

Esta situação ocorre com grande frequência como se poderá verificar na continuação deste relatório, sendo um dos motivos pelo qual o operador não se encontrar permanentemente no seu posto de trabalho a exercer funções que realmente acrescentem valor ao processo.

Esta última afirmação sustenta-se no facto dos operadores enquanto se encontram nas linhas, garantirem o controlo e monitorização constante do estado das rolhas e do correto funcionamento das máquinas, sendo que para além disso são o sistema de alerta mais eficaz contra um dos pontos que será abordado mais à frente neste texto, os encravamentos consoante o tipo de rolha.

2. *Setup`s*

A produção contínua seria o cenário ideal de toda e qualquer organização, porém, por diversos fatores as máquinas são obrigadas a parar a produção fazendo com que por diversos intervalos de tempo estas mesmas não estejam a acrescentar valor ao processo.

Variadas são as razões pelas quais as máquinas podem ser obrigadas a interromper o seu funcionamento, nomeadamente avarias, encravamentos ou por mudança do produto durante a produção, ou seja, mudança de encomenda.

Na grande maioria dos casos, em que existe mudança de encomenda, a “marca” que se encontra na máquina tem de ser alterada. Essa “marca” refere-se a uma peça que é introduzida na máquina pelos afinadores aquando de uma alteração de cliente, uma vez que é através desta que a rolha será rotulada com a identificação do cliente correspondente. Este processo varia tipicamente entre 15 a 20 minutos.

Com esta informação a juntar ao elevado fluxo diário de substituições entre 60 a 70 por dia, consegue-se entender que o simples procedimento de mudanças de encomenda representa diariamente uma considerável perda de tempo útil de produção.

3. Encravamentos das Máquinas devido ao tipo de Rolha

Outra das causas pelas quais as máquinas são forçadas a interromper o seu normal funcionamento, deve-se aos encravamentos causados pelas características intrínsecas do produto que estão a processar.

De forma a entender-se melhor que tipo de perfil de rolha apresenta mais impacto no normal funcionamento das máquinas, subdivide-se a natureza da rolha nas características que mais influenciam o aspeto em questão:

- Diâmetro;
- Comprimento;
- Lavação.

Destas características é de salientar a importância da lavagem da rolha, uma vez que consoante o seu tipo, pode obrigar a que manutenção da máquina seja mais frequente, principalmente a nível de limpeza.

4. Falhas no Abastecimento de Rolhas à Marcação

Um dos problemas que se suspeita que mais interfere com o perfeito funcionamento do atual processo logístico de toda a fábrica e que porventura apresenta mais desafios devido ao facto de interligar imensas variáveis, tanto relacionadas com a logística interna da Unidade Industrial (UI) como com a logística externa com as outras UI's e clientes é a falta de rolhas disponíveis para o início da marcação das encomendas quando estas surgem na fábrica.

Quando é referida a falta de rolhas por parte do Armazém para a Marcação, entra-se aqui já em campos do planeamento de encomendas da fábrica para com os seus fornecedores. No caso desta UI os fornecedores são na sua grande maioria outras UI do Grupo, que fornecem os diferentes tipos de rolhas consoante o que produzem nas suas instalações.

Desta forma, seria de salientar para futuros estudos, o interesse do aprofundamento e análise dos métodos de planeamento, uma vez que estes ainda se encontram muito dependentes da capacidade de previsão do responsável dessas funções.

Apesar de todas estas existirem e terem de ser registadas, mesmo para futuras análises, neste trabalho não serão abordadas e analisadas todas as ineficiências acima referidas sendo que o projeto se foca apenas nos dois primeiros tópicos, ou seja, Transporte para o *Buffer* Intermédio e os *Setup*'s. A razão pela qual estes foram os tópicos escolhidos, recai no facto de ambos apresentarem um grande potencial de melhoria como será possível verificar no resto deste trabalho.

4.3) Propostas de Melhoria

Neste Subtema serão apresentadas alternativas que visam libertar recursos no setor da Marcação para que estes possam ser aplicados ao setor gargalo de forma a que a capacidade produtiva deste último seja maximizada.

4.3.1) Alteração do *Layout* da Marcação

4.3.1.1) Problema do Transporte

Existem 6 linhas de produção na Marcação, onde cada uma destas referidas linhas é operada e monitorizada por um operador a ela alocado. Estes operadores têm como funções:

- Substituição dos Cestos;
- Alocação dos Cestos Carregados ao *Buffer* de Estabilização (Transporte);

- Limpeza e Manutenção das Máquinas;
- Efetuar possíveis desencravamentos das Máquinas;
- Substituir os cestos de rolhas calibradas (rolhas que não seguem para o cliente por terem possíveis defeitos).

Nestas funções, convém denotar que algumas delas interferem diretamente com a entrega de valor ao cliente, outras também o fazem indiretamente e por fim, outras não acrescentam rigorosamente nenhum valor ao artigo processado para a respetiva encomenda.

Para a análise da realização das tarefas estabeleceu-se o valor médio de produção cifrado nos 11ML/Hora por máquina, valor obtido pela monitorização das médias mensais diárias de produção das máquinas. Considerou-se também para o setor, a aplicação destes valores de produção por máquina, a apenas 33 máquinas, uma vez que as 3 máquinas de laser apresentam capacidades produtivas consideravelmente inferiores.

Desta forma e por amostragem numa série de medições, as tarefas acima referidas, numa hora de trabalho do operador estão em média distribuídas como a figura gráfico 1 indica:

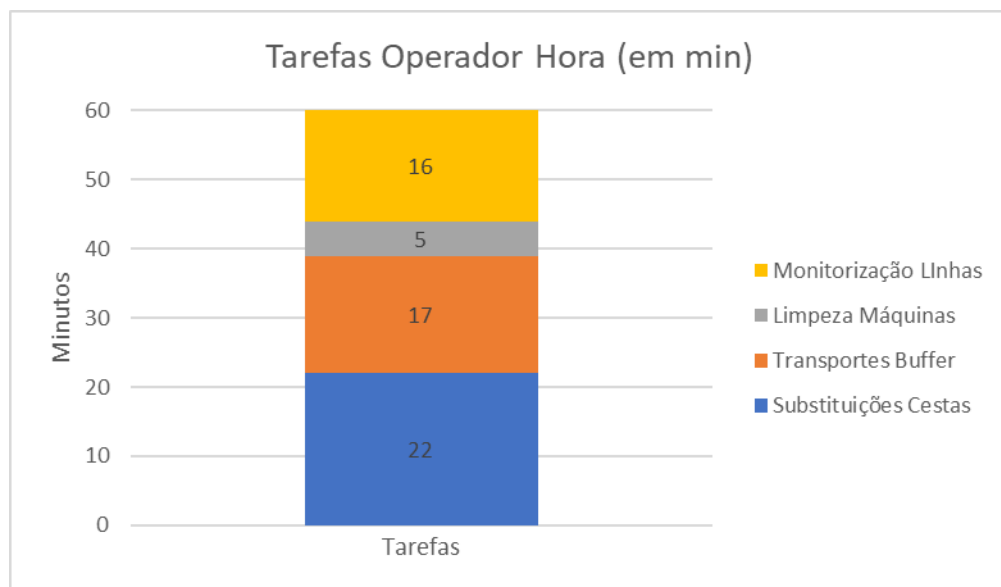


Gráfico 1 – Tarefas Operador por hora Atual

Com uma base de dados de cerca de 100 observações, os operadores em média investem 30 segundos para realizar a ação individual de substituição de cestos e cerca de 100 segundos, em média, para efetuar o transporte único de uma coluna de cestos para o *Buffer*.

Verifica-se que o tempo disponível por operador numa hora de trabalho está devidamente preenchida com as funções a ele alocadas, sendo que o tempo restante serve para a realização da monitorização da linha de Marcação

onde se encontram as 6 máquinas da sua responsabilidade, bem como para a realização de tarefas de manutenção.

Através dos dados presentes no gráfico 1, em cada 60 minutos de trabalho 17 minutos são para transportes, logo 28% do tempo disponível é dedicado a esta tarefa. Já quando analisadas as máquinas que apresentam uma produção de cerca de 12 mil rolhas/hora, é necessário cerca de 30% do tempo total disponível para a realização desta tarefa por parte do operador, uma vez que o número de transportes ao buffer aumenta.

Quanto à substituição de cestos, assume-se como a tarefa que necessita de mais tempo para ser efetuada, apresentando valores variáveis na ordem dos 37% e os 40% do tempo de trabalho por hora, uma vez que em média são necessários 22 minutos por cada hora (60 minutos) de trabalho do operador para realização desta tarefa.

O restante tempo, cerca de 20 minutos, subdivide-se pelas tarefas de manutenção e monitorização anteriormente referidas.

Numa perspetiva diária, a influência que esta tarefa de transporte tem sobre o sistema, está expressa no gráfico 2:

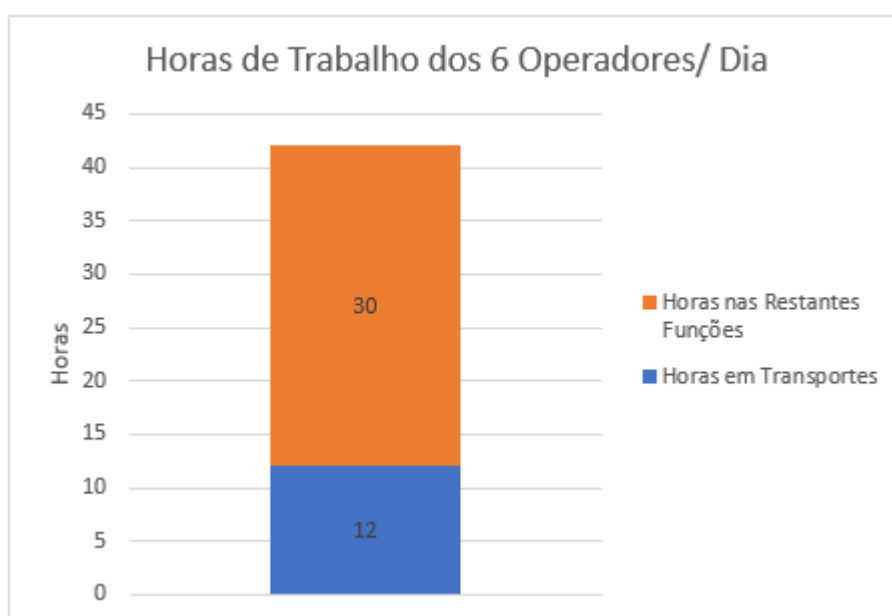


Gráfico 2 – Impacto Diário Transportes

Como se verifica pelo gráfico 2, o intervalo de tempo que se dispõe na realização da tarefa de transporte para o *Buffer* Intermédio é relevante, uma vez que representa cerca de 28% do tempo total de trabalho diário de cada um destes funcionários, sendo que na totalidade das 42 horas diárias disponibilizadas por estes 6 funcionários à empresa, cerca de 12 horas são utilizadas a realizar uma tarefa de logística que não acrescenta rigorosamente nada ao valor do produto final.

A tarefa do transporte, sendo uma tarefa de suporte sem valor acrescentado para o produto, tem de ser analisada mais a fundo de modo ser

possível compreender como os seus impactos a nível de ocupação de tempo e das necessidades da força de trabalho poderão ser minimizados.

- Processo de Transporte

Este processo realiza-se da seguinte forma:

1. Os cestos que saem de cada máquina são acumulados progressivamente em colunas verticais de cestos que podem atingir um limite máximo de 4 cestos (devido a restrições de segurança);
2. Após formada a coluna de cestos esta é deslocada pelo operador para o seu local correspondente no *Buffer* de Estabilização;
3. Após este procedimento o operador volta para a linha e repete o processo sempre que necessário para cada uma das máquinas à sua responsabilidade.

Como se verifica, trata-se de um processo que implica um elevado número de movimentações ao operador responsável pela linha, uma vez que devido à elevada cadência produtiva das máquinas, o número de colunas de cestos criados durante um dia de trabalho é sempre elevado.

Após efetuados os cálculos necessários, para o artigo 44x24 Neutrocork, verifica-se que tipicamente uma máquina em média produz cerca de 10 a 12 mil rolhas por hora, baseado nas medições diárias do sistema de monitorização de produção existente na Unidade Industrial.

Sendo que cada cesto apresenta uma capacidade de armazenamento média de 1600 rolhas (dependente do calibre da rolha), um operador realiza entre 65 a 80 deslocações ao *Buffer*/dia, resultantes do número de colunas de cestos acumulados pelas máquinas na sua respetiva linha.

Uma vez que em média um operador investe cerca de 90 a 120 segundos a realizar a alocação das colunas de cestos ao seu respetivo local no *Buffer*, dados obtidos em 100 observações cronometradas, verifica-se que no final do dia a soma do tempo de alocação de todos os cestos ao *Buffer* ronda os valores apresentados nas figuras abaixo.

Os valores de variação máxima e mínima presentes no gráfico 3, correspondem às variações caso os operadores necessitem sempre de 120 segundos para efetuar cada um dos transportes (Variação Máxima) e caso apenas necessitem de 90 segundos para cada uma delas (Mínima). O tempo investido na realidade estará dentro do intervalo da variação máxima e da mínima, dependendo sempre do dia em análise.

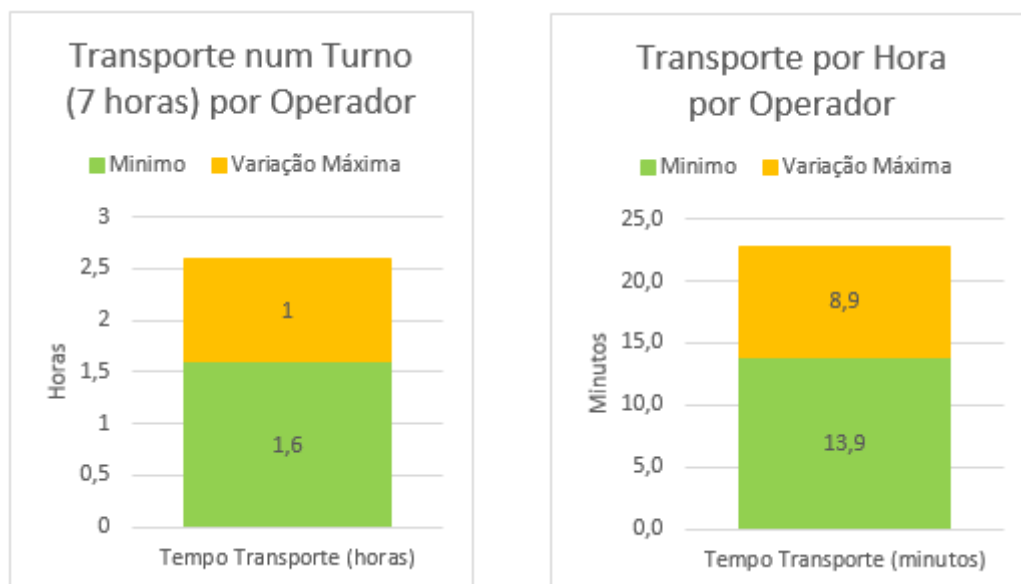


Gráfico 3 – Análise Transporte por Operador

A percentagem de tempo que o operador necessita diariamente para realizar as tarefas de transportes situa-se nos 28% do seu tempo total de trabalho, valor este, bastante relevante e com um impacto significativo na produtividade do operador.

Após análise das funções do operador, constata-se a existência de um elevado potencial para minimizar este tempo, utilizado na realização de uma tarefa que não acrescenta valor, e consequentemente, alocar esse tempo excedente a funções que maximizem a produtividade do setor.

Dessa forma, é necessário compreender como está estabelecido o *Layout* do setor com o intuito de identificar alguma oportunidade de melhoria proveniente de uma possível alteração de *Layout*. Atualmente as linhas produtivas encontram-se organizadas de acordo com o que se apresenta na figura.

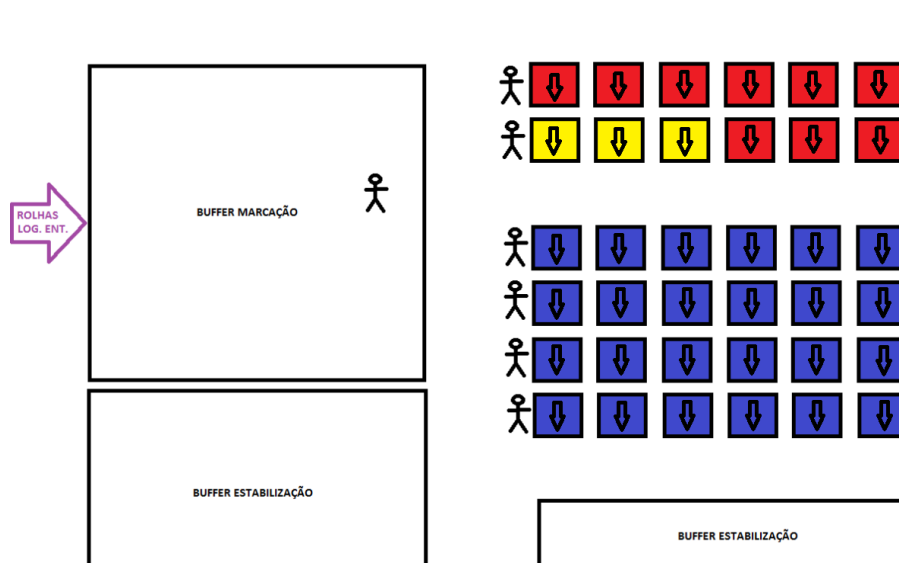


Figura 18 – Layout Atual Marcação

Como se denota pela figura 18, existe 1 operador afeto a cada uma das linhas, sendo que todo o seu funcionamento é supervisionado por este. Todas elas se encontram direcionadas para o mesmo lado, isto é, relativamente ao local onde as rolhas caem, já marcadas, para os cestos.

Desta forma e devido ao reduzido espaço de manobra entre as diversas linhas, torna-se extremamente complicado um operário conseguir assegurar o correto funcionamento de duas linhas em simultâneo uma vez que nesse caso seria extremamente complicado gerir não só toda a logística de substituição dos cestos bem como o campo de visão para o controlo de todas as máquinas em simultâneo.

Porém, apesar das razões supramencionadas, a principal atividade que inviabiliza a alternativa apresentada é o esforço exigido pelo transporte dos cestos adicionais provenientes do operador passar a ter de tomar conta de outra linha.

O tempo necessário para a alocação dos cestos, que albergam os artigos após o processo de Marcação para o *Buffer* de Estabilização seria uma tarefa incomportável para os operadores, isto sem comprometer a correta monitorização e funcionamento das duas linhas mencionadas.

Esta afirmação sustenta-se na base do intervalo de tempo dedicado ao transporte necessariamente ter de duplicar, fazendo assim com que o operador obrigatoriamente se encontre mais tempo fora das suas linhas de produção, do que propriamente dentro. Esta situação poderá sempre originar problemas relativamente à qualidade e quantidade do produto que será entregue ao cliente.

Algumas situações inevitavelmente surgiriam, criando “micro-ruturas” no eixo que liga o processo produtivo e a qualidade do produto. Algumas dessas situações seriam:

- Aumento de possíveis ocorrências de erros diversos, devido à menor concentração dos operadores para a gestão logística das encomendas por máquina, uma vez que se apresentavam sobrecarregados com tarefas;
- Aumento da probabilidade de contaminação de rolhas;
- Excesso do número de rolhas por cesto, que poderia ser causado pela impossibilidade de substituição dos cestos no intervalo de tempo exigido, devido ao excesso de funções do operário;
- Por consequência do ponto anterior, as rolhas poderiam saltar para o chão uma vez que a capacidade de armazenamento dos cestos estaria completamente lotada, tendo assim como consequência a perda de material que apresentava todos os requisitos necessários para a satisfação da encomenda.

Surge a necessidade da apresentação de uma alternativa que não só satisfaça os pontos anteriormente referidos como também possibilite a realização das tarefas adicionais por parte dos operários.

4.3.1.2) Filosofia *U-shaped System*

De forma objetiva, a remoção da tarefa de realização de Transportes para o *Buffer* por parte dos operadores, faria com que estes, segundo os valores apresentados anteriormente, adquirissem cerca de 17/20 minutos extra por hora que poderiam ser utilizados para efetuar qualquer tipo de tarefa.

Verifica-se que o operador dividiria as suas tarefas em substituição de cestos (cerca de 20 minutos) e manutenção/monitorização da linha (40 minutos).

Desta forma, é possível verificar que o operador fica com tempo disponível para supervisionar duas linhas de 6 máquinas cada, uma vez que na pior das hipóteses, os 20 minutos por hora adicionais permitem a substituição dos cestos de uma linha de máquinas extra.

Teoricamente, cada máquina que produza 11 mil rolhas/hora obriga o operador a investir cerca de 3 a 4 minutos para a realização da substituição dos cestos no que toca à máquina em questão. Tendo cerca de 12 máquinas à sua responsabilidade, necessitaria de aproximadamente 40 a 50 minutos por hora para a realização da tarefa.

Os operadores passam a acumular as cestas em colunas como anteriormente, porém apenas deslocam estas até ao final da sua linha.

O comprimento da linha de produção onde se encontram as máquinas de Marcação é relativamente reduzida, sendo que o transporte das colunas dos cestos até ao final dessa mesma linha e o impacto que esta tarefa tem a nível de ocupação temporal dos operadores numa hora de trabalho é praticamente irrelevante. Desta forma, o operador passaria cerca de 85% (contra os 70% anteriormente verificados) do seu tempo na linha e isto também seria benéfico no que toca à monitorização constante do produto que tem reflexos ao nível da qualidade do produto entregue ao cliente final.

Resumidamente o operador passaria a fazer as seguintes tarefas:

- Substituição de Cestos
- Alocação de Colunas de Cestos ao final da linha
- Desencravamentos das máquinas
- Limpeza das máquinas
- Abastecimento das máquinas com tinta

1. Disposição das Máquinas

Esta abordagem apresenta, porém, alguns problemas, uma vez que como já referido inicialmente, a atual disposição das máquinas impossibilita a visão total das duas linhas, sendo que o operador teria de andar sempre a mudar de linha de forma a conseguir perceber quais os próximos cestos que teria de substituir. Situação esta que para além do esforço físico e mental que obriga o operador, aumenta exponencialmente a possibilidade de haver cestos

que não são substituídos a tempo tendo por consequência a perda de matéria-prima.

Esta situação a longo prazo poderia ter custos significativos devido ao elevado número diário de artigos processado.

Desta forma, propõe-se que *layout* das linhas altere a sua disposição, através de uma rotação de 180°, para que uma linha fique virada para a outra, ou seja, esta alteração seria efetuada linha sim linha não começando na linha 1 como se verifica na figura 19.

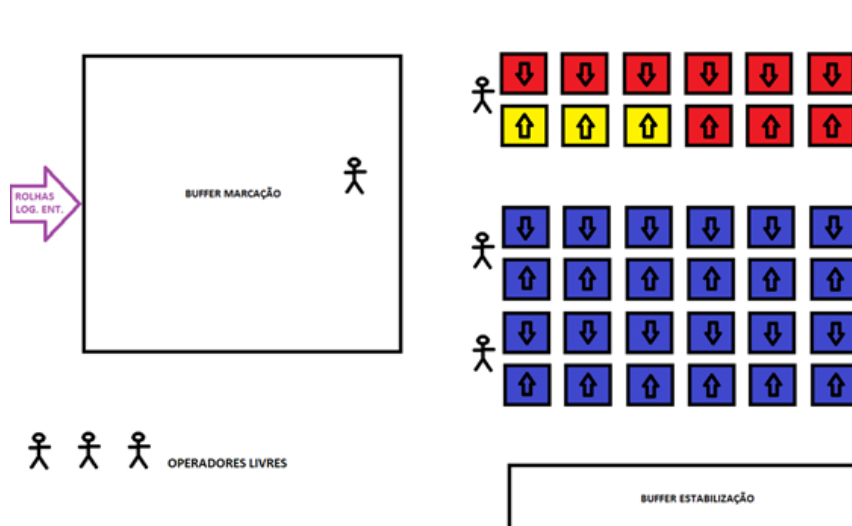


Figura 19 – Layout Proposto para setor da Marcação

Esta alteração possibilitaria a visão de 100% da linha por parte do operador, independentemente da posição deste na própria linha, facilitando assim a realização das suas funções e diminuindo a probabilidade de ocorrência de desperdícios inerentes das situações acima apresentadas.

Efetuando estas alterações existem duas abordagens em termos espaciais no que toca à colocação das máquinas:

1. Apenas rodar as máquinas, não efetuando alterações a nível da localização das moegas da plataforma
2. Investimento na alteração da localização das moegas de abastecimento das máquinas.

No primeiro caso, o investimento passaria apenas pela rotação das máquinas sob as moegas já existentes, porém esta alteração colocaria inevitavelmente os cestos das duas linhas de produção frente a frente, com uma reduzida distância de segurança, o que aumentaria imenso o risco de mistura de rolhas de clientes, uma vez que esta por diversas razões poderiam saltar ou cair no cesto errado dada a proximidade entre as linhas e os cestos.

Para além disso, a inexistência de espaço faria com que o deslocamento das colunas de cestos prontas pelo corredor da linha se tornasse impossível.

Colocadas estas variáveis, verifica-se que, a opção 1 é inviável, sendo que opção 2 é a que apresenta condições para avançar.

Na redefinição da localização das moegas na plataforma, alocando estas mais para trás como indicado na figura abaixo, as linhas passariam a apresentar um corredor de passagem mais largo, que não só possibilitaria a passagem das colunas de cestos prontas mas também permitiria a colocação dos cestos dos dois alinhamentos das máquinas a uma distância de segurança considerável, evitando assim por completo o risco de misturas de rolhas de clientes.

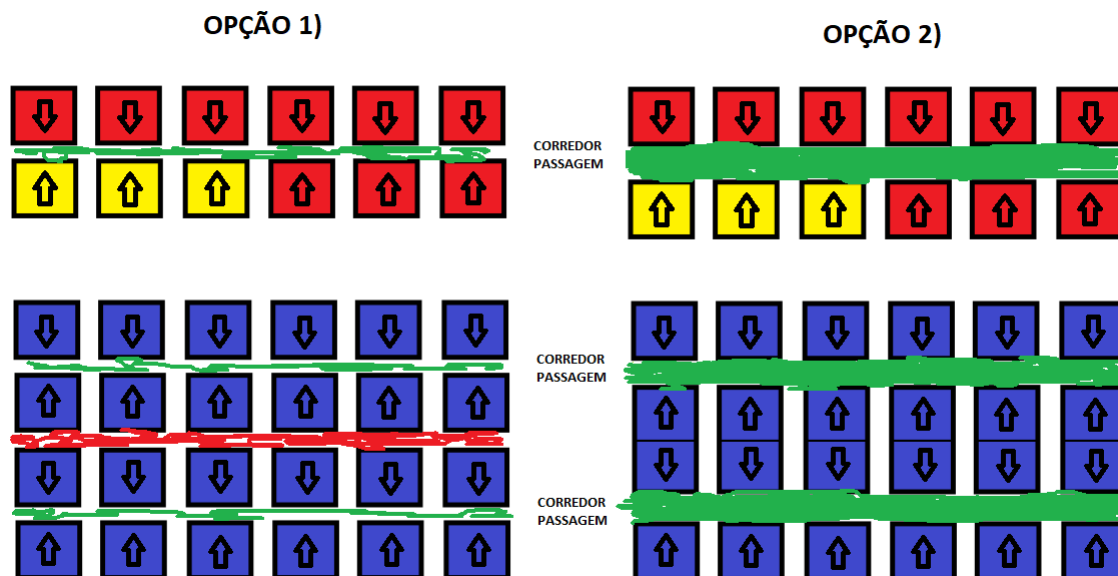


Figura 20 – Posicionamento das Máquinas

Sendo assim, apenas seriam necessários 3 operadores a cuidar das linhas da Marcação, sendo que, por consequência os restantes 3 ficariam livres das suas funções e prontos para realizar outro tipo de tarefas.

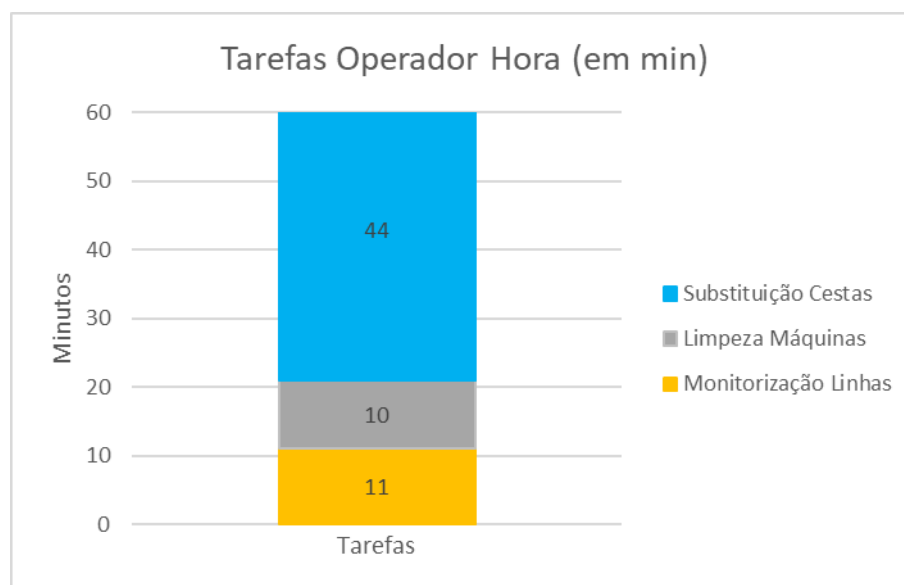


Gráfico 4 – Tarefas Operador Proposta Melhoria

Resumindo, cada operador passará a monitorizar 2 linhas de produção sendo e a sua disponibilidade horária será distribuída pelas seguintes tarefas acima referidas. Após a remoção da tarefa de transporte, o operador transfere o tempo de realização dessa tarefa para a substituição de cestos da segunda linha de máquinas a seu cargo sendo que por esta razão o tempo para realização desta tarefa, duplica.

- Linha Fogo/Laser

Algumas questões levantam-se quanto à aplicabilidade desta lógica de *Layout*, quanto às linhas de fogo como às de laser.

Algum ceticismo pode surgir pelo facto de nestas linhas os operadores apresentarem mais funções que as realizadas pelos operadores presentes nas linhas de Marcação a Tinta. Algumas das características que estas apresentam adicionalmente às linhas a tinta:

- As máquinas a laser apresentam um número mais elevado de paragens devido a várias situações como:
 - Encravamentos
 - Mau funcionamento
 - Afinação indevida
 - Marcas mal definidas no sistema
- Uma das máquinas apresenta a necessidade de ser constantemente ativada manualmente já que o número de rolhas introduzidas no cesto é definido previamente, mas após cada ronda (após encher o cesto) é necessário reativar manualmente o sistema para que inicie o enchimento de outro cesto.

Após 50 observações no terreno o operador necessita de 10 minutos por hora para a realização destas tarefas extra.

Anteriormente verificou-se que, o operador tem cerca de 10 minutos “livres” por hora para monitorização da linha, sendo que estes podem ser aplicados nestas necessidades extra.

Assim sendo a implementação da proposta alternativa a estas linhas em questão é válida, porém com algumas reservas. Estas só seriam dissipadas a 100% após teste do sistema em funcionamento e a validação do mesmo, teste este que não foi possível efetuar durante o projeto.

Como tal, para o resto da análise considera-se como válida a aplicação do *layout* alternativo às linhas em questão.

4.3.1.3) Transportador

Como acima proposto, os operadores passariam a acumular as colunas de cestos à saída das suas linhas de produção, deixando efetivamente de realizar a tarefa de as transportar para o *buffer*.

Porém, a tarefa de transportar as colunas de cestos é necessária realizar de forma a continuar a existir fluxo de alocação das rolhas ao *Buffer* e para que estas não fiquem acumuladas nas diversas linhas da marcação.

Sendo assim surge a criação do posto de Transportador, de forma a colmatar esta nova necessidade. Nesta função o operador será incumbido de retirar as colunas de cestos acumuladas no final das linhas de marcação e aloca-las ao *buffer* de estabilização.

Porém, a forma como o transporte é realizado atualmente revela-se um procedimento extremamente ineficiente, ou seja, alocar uma coluna de cestos de cada vez, produz um elevado número de movimentações desnecessárias.

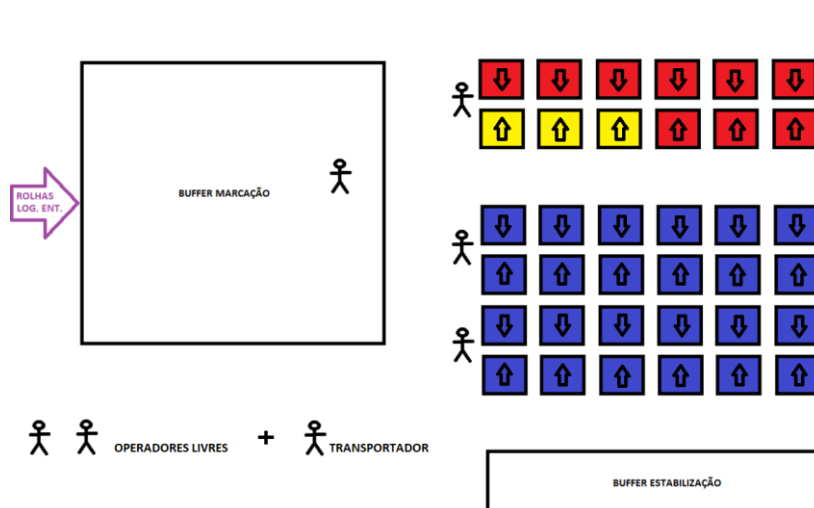


Figura 21 – Inclusão do Transportador no Setor

Assim sendo, o Transportador efetuará o transporte das colunas para o *Buffer* em agrupamentos de colunas de cestos de forma a “poupar” viagens no processo. Este agrupamento será realizado através de plataformas de transporte, que permitem transportar colunas de cestos, tentando sempre juntar o máximo de colunas antes de efetuar o transporte.

Tendo estas plataformas uma capacidade de carregarem até 8 colunas de cestos, verifica-se que 7 viagens são evitadas por cada transporte da plataforma cheia.

Sendo que cada cesto tem a capacidade de armazenar em média 1600 rolhas, e para a formação de uma coluna de cestos são empilhados 4 cestos em altura, cada coluna armazena cerca de 6400 rolhas.

Desta forma, e atualmente com uma produção de aproximadamente 2,5 milhões de rolhas por dia no setor da marcação, somando todas as viagens realizadas por todos os operadores do setor, durante um turno, verifica-se que os operadores realizam cerca de 400 viagens ao *Buffer*, para efetuar o transporte das colunas de cestos que constantemente saem das linhas de

produção, já a incluir as colunas provenientes da produção diárias das máquinas de laser.

Em contraste, de forma analítica verifica-se que pondo em prática os fundamentos da utilização de uma plataforma, o número de viagens total ao *Buffer* reduz para valores que rondam as 50 viagens, uma vez que a cada transporte com a plataforma cheia, se poupam 7 viagens.

Esta redução substancial, reflete-se no tempo necessário investido em transporte para o *Buffer*, uma vez que atualmente, das 42 horas diárias disponibilizadas pelos 6 funcionários alocados às linhas, cerca de 12 horas são passadas a realizar a tarefa do transporte, representando desta forma cerca de 30% do seu tempo total de trabalho.

Com a alternativa apresentada verifica-se que o número de deslocações ao descer tão abruptamente, o tempo investido na realização da tarefa também é menor.

Este tempo ronda os 5 minutos por movimentação, valores estes obtidos através da monitorização dos operadores que já realizam este tipo de movimentação com este tipo de superfícies de transporte porém apenas entre o *buffer* de estabilização e o setor do tratamento.

No final do dia, são apenas necessárias cerca de 4 horas para a realização das tarefas de transporte, como podemos verificar no gráfico 5.

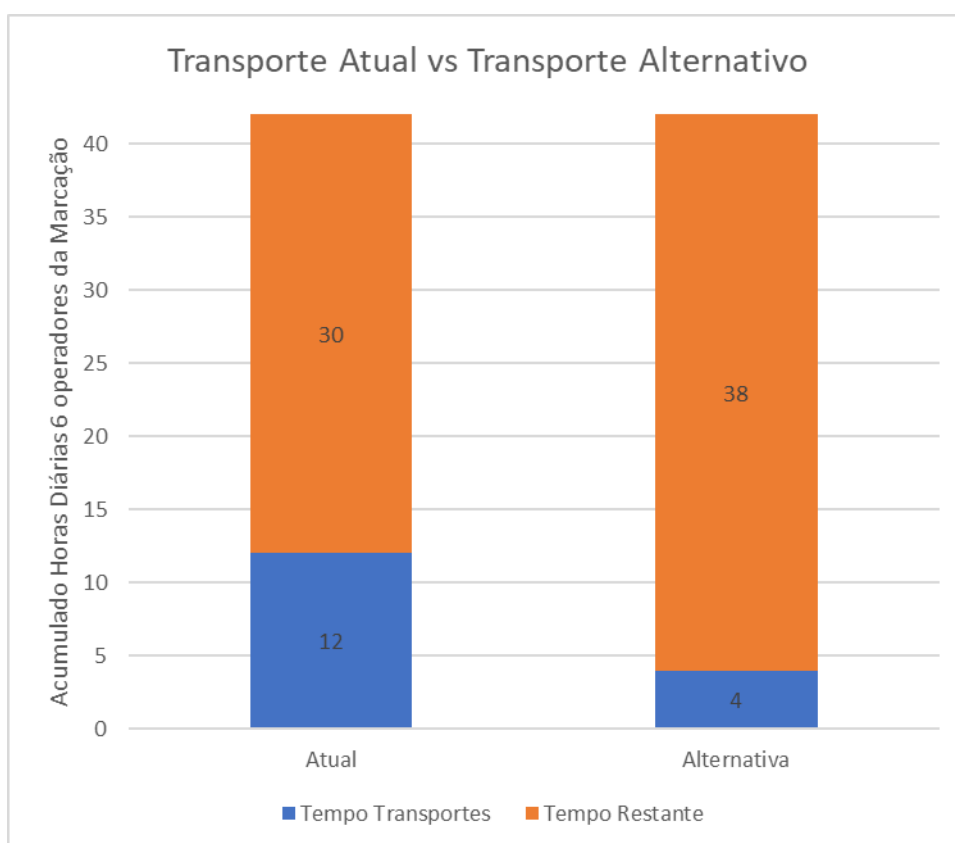


Gráfico 5 – Transporte Atual vs Alternativo

Desta forma, verifica-se a redução de aproximadamente 60% do tempo investido na realização de uma tarefa de suporte que não acrescenta valor à qualidade final do produto.

Por dia, com a implementação da alternativa ganham-se cerca de 8 horas de trabalho a distribuir por todos os operadores perfazendo um ganho total anual de cerca de 84 dias.

Simplificando, assiste-se a uma especialização dos operadores, garantindo ao mesmo tempo entrega de mais qualidade, devido ao facto dos operadores passarem mais tempo na linha, bem como redução do impacto de uma tarefa secundária de suporte.

Sendo assim, o transportador teria a função de estar constantemente a realizar a recolha das colunas de cestos que se iam acumulando nas linhas, e apenas quando a plataforma de transporte estivesse cheia poderia avançar para a alocação dessas mesmas ao *Buffer*.

Em questões de tempo necessário para a realização das suas funções, o Transportador tê-las-ia divididas da seguinte forma:

- Alocação das Colunas de Cestos ao *Buffer* (4 horas);
- Suporte Logístico a Vários Setores (3 horas).

Nas 7 horas de trabalho, este transportador teria tempo mais do que suficiente para realizar todos os transportes que fossem necessários, isto numa ótica de maximização do número de colunas que transporta para o *Buffer* em cada viagem.

Quanto ao método de recolha verifica-se que o transportador é obrigado a considerar dois fatores:

1. Reduzido espaço para alocar Colunas de Cestos à saída das linhas;
2. Posições no *Buffer* estarem organizadas consoante a disposição das máquinas.

Se o ponto 1, sugere a recolha aleatória de colunas de cestos para que a libertação do espaço no final das linhas esteja sempre assegurada, o ponto 2 defende o levantamento de 8 colunas da mesma fila de produção para que aquando da alocação dessas mesmas colunas ao *Buffer*, o Transportador seja mais eficiente a nível de tempo gasto no transporte, já que as posições do *Buffer* vão de encontro à posição que as máquinas apresentam na linha de produção.

Por outras palavras, máquinas vizinhas na linha de produção têm posições vizinhas no *Buffer* estabilização.

A formação dada ao operador responsável pelo transporte terá de passar pela aquisição de capacidade no que toca a saber analisar o que é prioritário em cada situação, ou seja, se dá para realizar uma viagem mais eficiente ou se deverá libertar espaços para que a possibilidade de saída de colunas de cestos das linhas de produção não seja comprometida.

4.3.1.4) Moegas Abastecimento

A plataforma como já anteriormente referido, é constituída por várias moegas de abastecimento das máquinas de marcação a elas alocadas. Sendo

através delas que os operadores depositam a matéria prima, rolhas sem marcar.

Visto que o operador da plataforma tem a seu cargo diversas moegas e respectivas máquinas, a percentagem de tempo necessária para a realização destas funções é considerável.

Logicamente, quanto maior for a capacidade da moega menor vai ser o número de abastecimentos necessários de realizar, o que consequentemente terá consequências positivas no que toca à libertação do operador para a realização de outras tarefas.

Atualmente, verifica-se que a capacidade das moegas varia entre dois valores:

- Moegas de 20 ML (32 Moegas)
- Moegas de 5 ML (4 Moegas)

Na figura, verifica-se a distribuição das moegas na plataforma pelos dos operadores.

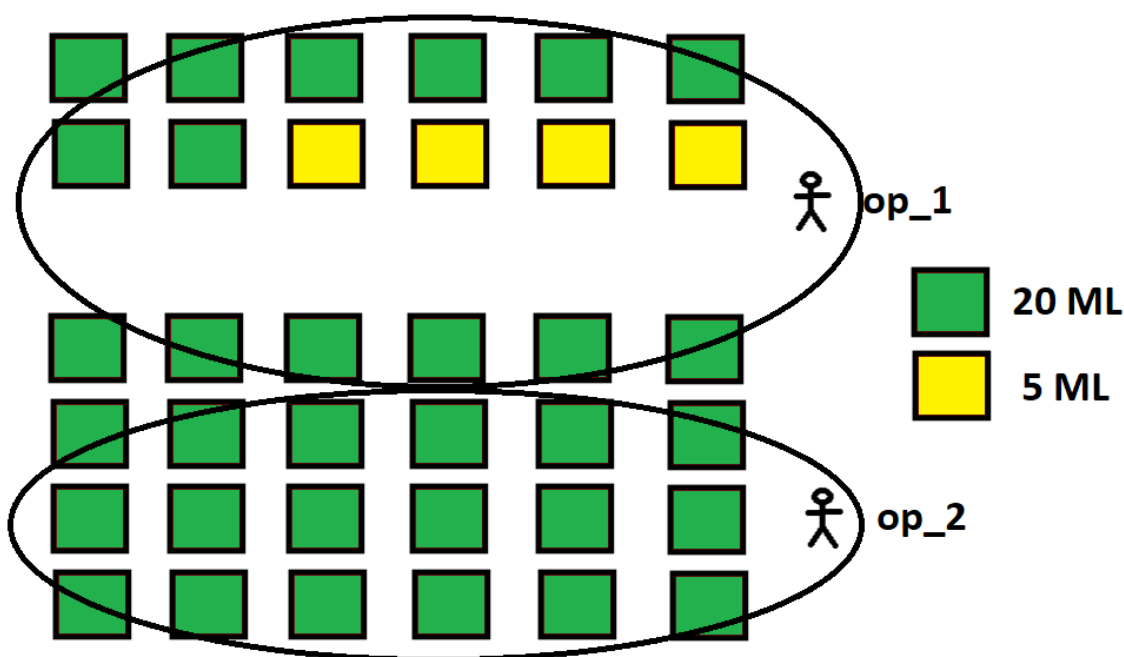


Figura 22 – Plataforma Abastecimento

Visto que a divisão de responsabilidades pelas moegas passa pela divisão do número destas pelos 2 funcionários presentes no setor, verifica-se que cada um fica com a responsabilidade de lidar com 18 moegas respetivamente.

Através de 50 observações, conclui-se que, em média, um operador necessita de 5 minutos para realizar o abastecimento completo a uma moega de capacidade 20 ML que se encontre vazia, ao contrário das de 5 ML onde apenas necessita de 1 minuto.

Assumindo uma produção de 11 ML/hora por máquina, com a distribuição acima referida, o tempo dos operadores encontra-se ocupado cerca de 85% com a realização das tarefas acima referidas, uma vez que para abastecer, movimentar paletes, abrir e fechar sacos, os operadores necessitam de cerca de 6 horas dentro das 7 disponíveis por dia.

Desta forma, as moegas de 20 ML, quando cheias, levam cerca de 1h hora e 50 minutos a vazarem por completo, sendo que as de 5 ML levam cerca de 27 minutos.

Assim sendo, a alteração na capacidade de armazenamento das moegas da plataforma também deve ser tida em conta aquando da alteração do *layout* uma vez que por cada 5 ML de capacidade adicional da moega, as máquinas tornam-se autossuficientes por mais 27 minutos.

Outra forma de aumentar a disponibilidade dos operadores, seria a utilização de contentores para abastecimento das moegas, uma vez que estes com a sua capacidade de 30 ML, mesmo com a moega vazia conseguem fornecer abastecimento contínuo durante cerca de 2 horas e 40 minutos, ao ritmo de uma máquina de 11 ML/hora.

Se a capacidade de armazenamento das moegas aumentar drasticamente, seria eventualmente possível reduzir um operador porém, a análise desta situação não foi considerada neste trabalho devido ao seu custo benefício não ser tão atrativo como outras propostas aqui sugeridas.

4.3.1.5) Investimentos

Ao aplicar a reformulação de *Layout*, a palavra investimento é inevitável. Devido aos efeitos benéficos das alterações acima referidas, os custos das alterações necessárias para implementação do sistema apresentam-se como relativamente reduzidos. Estes passariam pelas seguintes necessidades:

- Reformulação da localização e capacidade das moegas da plataforma de Abastecimento;
- Custos relativos à rotação de 180º das várias máquinas do setor;
- Aquisição de uma Plataforma de Transporte de Cestos.

Estes custos seriam traduzidos num investimento de cerca de 50 000 mil euros para a alteração da plataforma e rotação das máquinas.

Estes valores são uma estimativa por parte do departamento de manutenção que permite uma base de consciencialização inicial sobre a quantidade de recursos necessários a investir em tais alterações, bem como a compatibilidade dos valores apresentados com os orçamentos anuais que a UI apresenta.

4.3.1.6) Impactos

Em suma, verificam-se diversas alterações positivas quando se compara o atual sistema com a alternativa aqui apresentada. Aqui seguem alguns dos impactos positivos:

- Libertação de 3 operadores;
- Não comprometimento da capacidade produtiva da marcação;
- Redução de 60% do tempo investido em transportes;
- Incremento da qualidade, devido ao aumento de 15% no tempo que os operadores passam na linha;
- Especialização de operadores para a realização de tarefas mais objetivas;
- Aumento de eficiência na realização de vários subprocessos do processo produtivo geral.

4.3.2) Alteração da Unidade de Movimentação de Rolhas

A análise da seguinte parte, é realizada de forma independente à implementação das alterações de *layout* e logística de funcionamento apresentados na subseção, 4.3.1) Alteração do *Layout* da Marcação

4.3.2.1) Capacidade de Armazenamento Cestos vs Contentores

A razão fundamental para o elevado número de transportes efetuados, prende-se no facto da unidade de transporte atualmente utilizada, os cestos, apresentar uma reduzida capacidade de carga unitária.

Os cestos utilizados, apresentam uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 1600 rolhas, sendo que com um fluxo unitário diário de milhões de unidades, para este tipo de artigo, verifica-se que o problema passa muito pela reduzida capacidade destas unidades de Movimentação de Rolhas.

Para reduzir o número de deslocações é necessário encontrar uma unidade de transporte que, por cada movimentação permita o armazenamento de um elevado número de artigos, com o objetivo de maximizar a eficiência de energia e tempo aplicados a cada deslocação.

A solução para o problema já se encontrar dentro de portas da Unidade Industrial, ou seja, a fábrica já possui contentores que apresentam uma capacidade de transporte unitário de aproximadamente 20 vezes superior ao apresentado pelos cestos usados atualmente.

Estes contentores possuem uma capacidade de armazenamento ronda as 30 000 rolhas sendo que, uma vez que apresentam rodas na sua base, o seu movimento é facilitado, ao contrário dos cestos que diversas vezes são levados de arrasto pelo chão da fábrica criando assim um superior coeficiente de atrito com a superfície, que não só desgasta os próprios cestos como

implica um maior esforço por parte dos operadores que os deslocam diariamente.

Estes contentores poderão funcionar como estrutura móvel de receção e armazenamento de rolhas logo após estas serem marcadas, substituindo assim as funções atualmente desempenhadas pelos cestos.

Para que esta receção de rolhas seja possível, as máquinas necessitam de um elevador alocado a elas de forma a que as rolhas sejam transportadas desde a sua saída até ao interior do contentor.

Diversas vantagens poderiam advir desta alteração, uma vez que não só a questão dos transportes seria melhorada, mas também seriam sentidos impactos a nível da redução do número de substituições realizadas por operadores diariamente.

Neste ponto verifica-se que a existência de contentores em vez de cestos à saída das máquinas de marcação, faz com que o operador apenas tenha de substituir o referido contentor quando a sua elevada capacidade de armazenamento fosse atingida, ou quando a própria encomenda estivesse terminada.

Desta forma, como se pode verificar pelo gráfico abaixo indicado, o número diário de substituições que um operador tem que realizar por cada máquina com uma produção de 77 ML/dia, quando usa contentores é consideravelmente mais baixo em comparação com o uso de cestos.

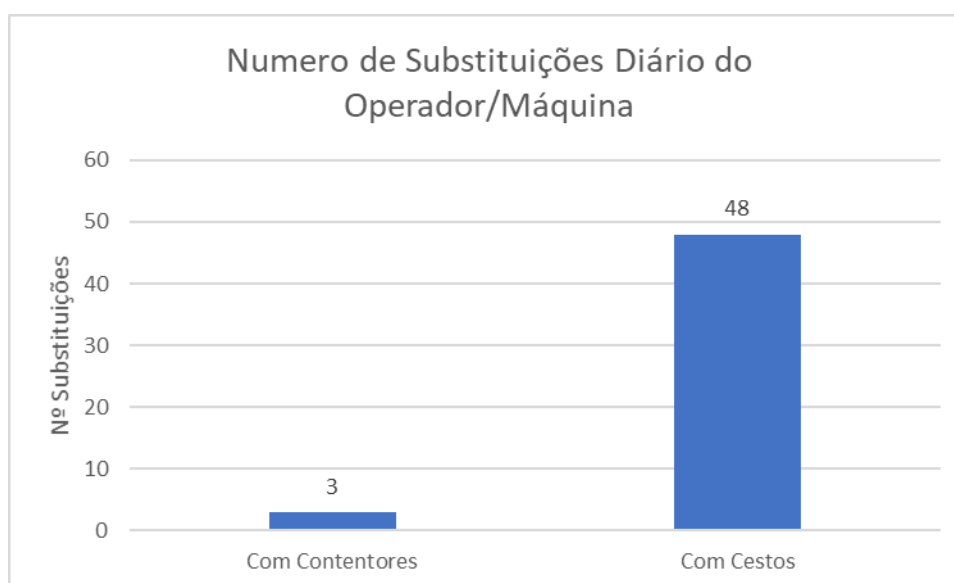


Gráfico 6 – Número de Substituições Cestos vs Contentores

Resumidamente, sendo o tempo para efetuar o transportes e substituições idêntico para os cestos como para os contentores, no caso de uma encomenda de 100 mil rolhas marcadas, a diferença entre a monitorização necessária para os cestos e contentores é significativa. O impacto desta substituição pode verificar-se no gráfico 7.

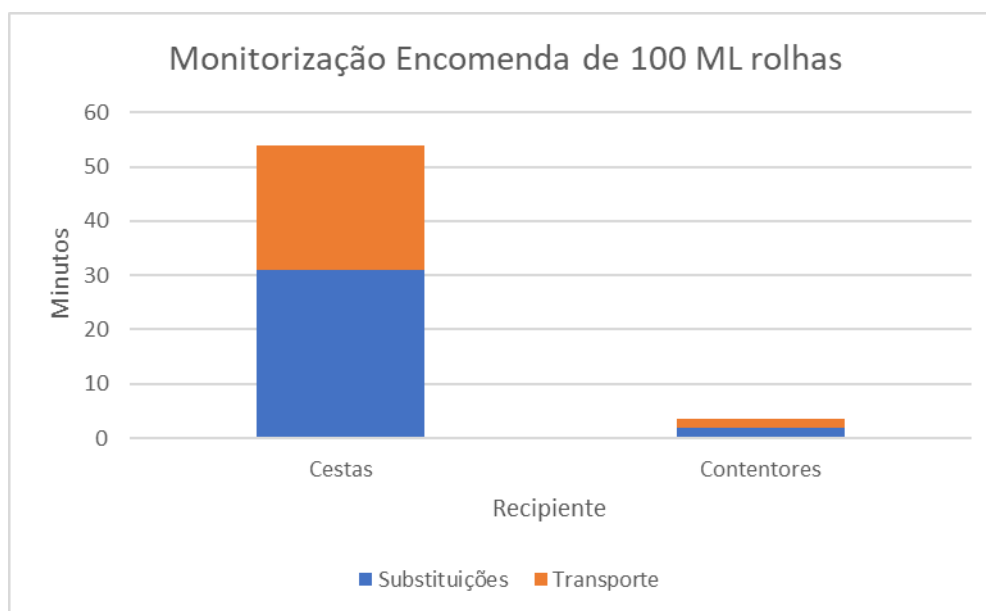


Gráfico 7 – Necessidades Monitorização Cestos vs Contentores

Atualmente, para uma encomenda de 100 mil rolhas, um operador tem de investir cerca de 1 hora, repartida em transportes e substituições, uma vez que como já diversas vezes comprovado, a utilização de cestos obriga a um complexo desafio logístico. Por outro lado, verifica-se que com a utilização de contentores as necessidades temporais de monitorização dos operadores sobre as encomendas rondariam os 5 minutos, que neste caso representa uma redução de cerca de 90% do tempo investido atualmente.

Verifica-se esta discrepância entre os dois tipos de recipientes devido à já referida diferença relevante entre as suas capacidades de armazenamento. Esta melhoria significativa aplicada a grande parte das encomendas poderia ter um impacto relevante a nível da qualidade de produto e do aumento de produtividade do setor.

Com os dados acima mencionados consegue-se retirar algumas ilações tais como:

- A utilização de contentores apresenta-se como mais eficiente no processo produtivo em comparação com a utilização de cestos;
- Quanto maior for a taxa de utilização dos contentores, individualmente, maior o impacto no processo produtivo.

4.3.2.2) Análise da Eficiência na Alocação de Contentores

O número de contentores presentes na fábrica não é ilimitado, sendo que o seu ainda reduzido número, obriga a uma ginástica na logística quanto à sua utilização, uma vez que a sua capacidade deverá ser utilizada da forma mais eficiente possível.

Um dos pontos a ter em conta para que a eficiência na sua taxa de utilização seja maximizada, passa pela sua alocação às encomendas corretas.

Neste tipo de encomendas incluem-se as que apresentam uma quantidade semelhante ou superior à capacidade de armazenamento máxima

do contentor, de forma a maximizar o tempo hipoteticamente ganho em eventuais substituições e deslocações de cestos.

Aqui, mais uma vez, é necessário haver uma análise das características intrínsecas entre os vários setores de forma a estabelecer uma standardização a nível das quantidades que devem requer o uso dos contentores.

A resposta surge proveniente do setor do tratamento uma vez que este apresenta uma lógica de alocação de encomendas não só pela sua data de expedição bem como relativamente às suas quantidades.

As encomendas que no setor do tratamento apresentem quantidades até 15 mil rolhas, regularmente são tratadas nas máquinas de tratamento manual uma vez que este nível de quantidade não justifica a ocupação de um silo em detrimento de encomendas maiores, muito devido aos tempos de *Setup*.

Desta forma, o sistema de abastecimento das máquinas de tratamento manual, é ele também manual através da introdução das rolhas presentes nos cestos. Sendo assim, os contentores não podem abastecer estas máquinas.

Logicamente, encomendas com quantidades inferiores a 15 mil rolhas na marcação, não deverão ser alocadas aos contentores.

Tendo em conta estas inevitáveis restrições, constata-se que estes contentores devem estar em constante utilização, situação esta que pode ser garantida através da rotação contínua destes mesmos. Essa rotação garantirá que os contentores se passem a encontrar o mínimo de tempo possível parados, fazendo com que todo o seu potencial de poupança de tempo seja maximizado, valorizando assim o processo produtivo existente na Unidade Industrial.

Estas paragens podem dever-se a diversos fatores como é o exemplo:

1. Contentores vazios antes da Marcação;
2. Contentores com rolhas marcadas a tinta (Período de Estabilização);
3. Contentores com rolhas marcadas à espera de serem tratadas (sejam elas marcadas a tinta ou a fogo).

Uma das formas de fomentar essa mesma rotação contínua passa pela utilização de um modelo de circulação constante desses mesmos contentores, através das características intrínsecas das máquinas de Marcação.

Se um contentor for utilizado numa máquina de tinta, as rolhas que irá armazenar terão de respeitar as regras de estabilização implementadas pela organização, ou seja, durante 48 horas terão de permanecer num estado de repouso de forma a que a tinta adira à superfície da rolha. Após estas rolhas serem vazadas para o contentor, este último é impossibilitado por 48 horas a estar em movimento, sendo que o seu potencial de aumento de eficiência do processo produtivo não se encontra a ser maximizado.

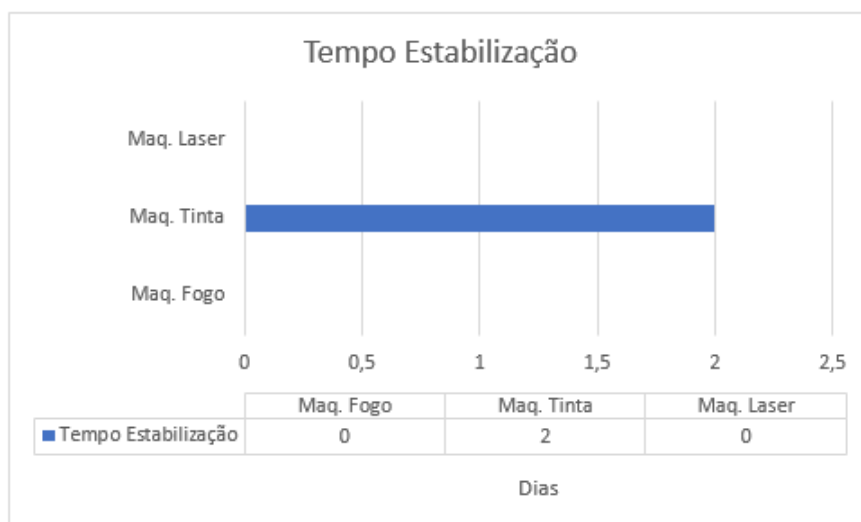


Gráfico 8 – Tempo Estabilização de Diferentes Tipos de Marcação

Esta necessidade de repouso imposta, consequentemente teria impactos no que toca ao congestionamento do *buffer* de estabilização, devido às elevadas dimensões dos contentores.

Quanto às máquinas de laser, apesar do seu tipo de marcação não estar sujeito a um período de estabilização, as reticências sobre a utilização destes contentores neste modelo surgem devido à baixa cadência produtiva apresentada pelas máquinas em questão.

Esta condicionante restringe o fluxo de utilização/movimentação dos contentores, tendo assim por consequência a redução do potencial aproveitado pelos contentores em questão.

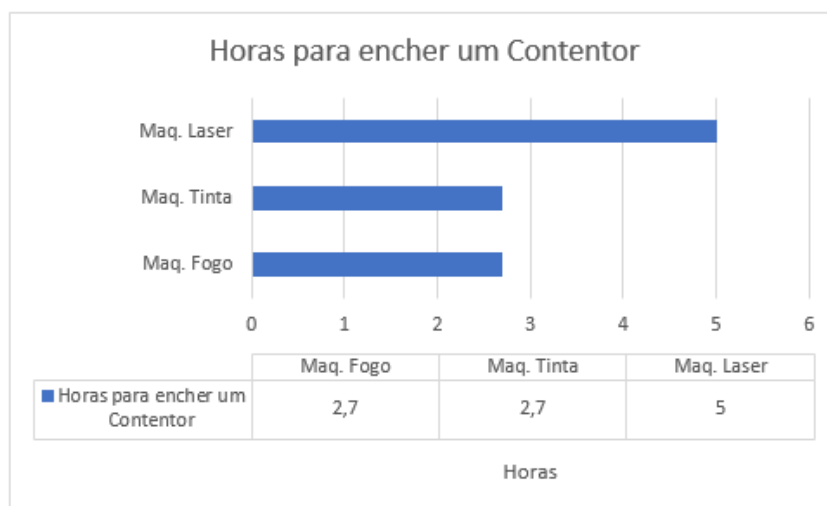


Gráfico 9 – Produção de Diferentes Máquinas na Marcação

Sendo assim, a utilização de contentores deverá ser alocada às máquinas de marcação a fogo, uma vez que as rolhas marcadas por estas máquinas não apresentam qualquer período necessário de estabilização na fase pós-marcação, bem como as cadências destas máquinas situam-se entre

as mais elevadas de todos os equipamentos presentes no referido setor da Unidade Industrial. Desta forma, é possibilitada uma maior rotação.

4.3.2.3) Contentores como Única Unidade Movimentação

Analisando e pondo em prática a utilização dos contentores em substituição dos cestos existentes atualmente, seriam sentidos impactos significativos. Mas desta forma, levanta-se a pergunta de qual seria a força de trabalho mínima necessária para que as linhas da Marcação funcionassem sem perderem a produtividade necessária e exigida pela competitividade do mercado, onde a empresa se insere.

Como já verificado, a cada 100 mil rolhas marcadas o tempo que um operador necessita para monitorizar essa encomenda ronda os 60 minutos, divididos entre a substituição e transporte dos cestos para o *buffer* de estabilização. Com a utilização de contentores na sua linha o operador reduz o tempo de monitorização dessas mesmas 100 mil rolhas para 10%, ou seja, 5 minutos, isto por cada uma das máquinas que este tem a seu cargo na sua linha.

Com uma produção na casa dos 2,5 milhões de rolhas dia, seriam necessários cerca de 87 contentores cheios para rececionar todas as rolhas que saem das máquinas.

Desta forma, se todas as encomendas fossem alocadas a contentores, visto que o tempo de monitorização de uma encomenda de 100 mil rolhas é de 5 minutos ao utilizar-se contentores, seria apenas necessário um operador no setor uma vez que as necessidades de teóricas do manuseamento dos contentores andariam entre as 2 e as 3 horas por dia.

Porém nem todas as encomendas podem ser alocadas a contentores, uma vez que as encomendas inferiores a 15 ML são posteriormente alocadas ao Tratamento Manual sendo que este não pode ser abastecido com contentores.

Com a inclusão do turno da noite nestes últimos meses, surgiu a oportunidade de testar qual seria a capacidade máxima de máquinas que um só operador consegue monitorizar. Mesmo com máquinas já a utilizar contentores, cada operador consegue monitorizar no máximo cerca de 12 máquinas.

Esta situação deve-se ao facto do operador ter a necessidade de no seu campo de visão conseguir sempre visualizar todas as máquinas a seu cargo uma vez que estas por questões de avarias, encravamentos ou misturas de rolhas podem a todo o momento levantar problemas que sem intervenção rápida, podem ter consequências a nível de custo e qualidade.

Desta forma, quanto ao estudo da aplicabilidade dos contentores na linha verifica-se que apesar dos operadores disporem de tempo disponível para a monitorização de mais de 12 máquinas, seriam sempre necessários 3 operadores no setor, a monitorizar cada uma das máquinas.

Portanto são inegáveis os grandes impactos positivos que esta alteração pode trazer em comparação com o atual sistema utilizado. Desta forma, para os cálculos a nível de *Paybacks* considera-se a necessidade de ter 1 operador por cada 2 linhas, libertando-se assim 3 operadores.

Uma vez sabido o número de operadores necessários ao setor, é necessário agora entender qual o número ideal de contentores a adquirir de forma colmatar as necessidades do processo de produção e de enquadrar o investimento às reais necessidades do fluxo produtivo.

Visto que a fábrica apenas possui 28 contentores sendo que 8 deles estão alocados à Escolha, sobram 20.

Numa primeira fase, o critério de aquisição passa pela garantia de pelo menos 2 contentores por máquina de marcar, ou seja, 72 contentores.

Um para receber as rolhas que se encontram a marcar, outro para esperar no buffer de estabilização, sendo que adicionalmente seriam necessários mais 7 contentores para cada uma das máquinas de tratamento.

Assim sendo e com os 20 contentores já existentes, seriam necessários adquirir cerca de 60 contentores.

Na análise de *paybacks* serão abordados os custos inerentes a estas aquisições.

4.3.2.4) Contentores no Tratamento

1. Implementação Contadores na Marcação

Quando se enche uma moega para que se possa efetuar o tratamento, a quantidade lá introduzida tem de ir de encontro à capacidade de processamento por ciclo da máquina de tratamento respetivo. Desta forma, existem máquinas que não apresentam capacidade de tratar as 30 ML rolhas contidas num contentor cheio, porém existe uma forma de nivelar a quantidade que se pretende colocar por contentor.

Na marcação atualmente estão a ser reativados os contadores individuais das máquinas que permitem a definição de uma quantidade específica que se pretende marcar, sendo que a própria máquina ao chegar ao número definido, para de realizar a operação de marcação.

Assim sendo, sempre e quando uma encomenda fosse processada na marcação, seria já alocada a quantidade a introduzir no contentor de forma a adequar-se à quantidade ideal para a máquina de tratamento que seria alocada posteriormente.

Claro que desta situação surge a necessidade de um controlo do planeamento e alocação de encomendas por máquina com uma maior complexidade, porém mesmo com os atuais recursos e com o nível de informação e comunicação existentes entre setores, seria perfeitamente plausível a criação deste Controlo Interno do Fluxo Produtivo.

2. Abastecimento das Moegas

A utilização de contentores é propícia a que uma restrição surja a jusante da cadeia produtiva. As moegas das máquinas de tratamento não se encontram adaptadas a ser abastecidas com contentores.

Desta forma, é necessário capacitar as moegas para que estas fiquem adaptadas à receção de contentores. A solução passa pelo corte da estrutura metálica que circunscreve a moega de forma a que o contentor possa ser colocado sobre a moega sem qualquer barreira a impedir.

Este contentor seria vazado para a moega, sendo que posteriormente o mesmo contentor voltaria para a Marcação de forma a ser alocado a outra encomenda, mantendo-se sempre em movimento constante.

As rolhas seriam por sua vez enviadas para os silos após o tratamento continuando assim o seu ciclo produtivo.

4.3.3) Alteração de *Layouts* e Aplicação de Contentores Simultaneamente

Como se verifica, a Marcação apresenta ineficiências que apresentam um grande impacto na produtividade do setor, bem como na Unidade Industrial em geral.

Com as propostas de maximização da utilização de recursos acima apresentadas, verifica-se uma diminuição no impacto que estas ineficiências exercem sobre o processo produtivo.

Tanto a abordagem de alteração do *Layout* da Marcação como da Alteração das Unidades de Transporte (cestos por contentores), podem ser utilizadas de forma independente, não estando a implementação de uma dependente da implementação da outra. Porém, pelas características que ambas apresentam, é possível a aplicação simultânea das duas abordagens sendo que pelos resultados demonstrados, a utilização conjunta, teria efeitos extremamente positivos a nível do aumento da produtividade do setor.

O estudo teórico de ambas as abordagens em funcionamento simultâneo não irá ser apresentado nesta tese. Esta decisão deve-se ao facto da aplicação e resultados práticos tanto da primeira como da segunda abordagem, serem suscetíveis de apresentar diferenças em relação aos valores teóricos aqui apresentados. Esta situação é recorrente em todos os estudos uma vez existem sempre variáveis esporádicas que não são controláveis nem mensuráveis devido às suas oscilações temporais.

Dessa forma, e no formato que esta análise foi realizada, os valores teóricos apresentados para ambas as abordagens separadamente são extremamente aproximados de uma hipotética realidade, devido ao facto de serem tidas em conta as principais variáveis do processo produtivo em questão, sendo que as outras variáveis não mensuráveis teriam, na maior parte das vezes, pouca influência nos resultados finais.

Porém, quando simulado as abordagens simultaneamente, a margem de erro aumentaria substancialmente uma vez que a logística de transportes e a superfície de transporte seriam ambas alteradas. Desta forma, com todos os benefícios providenciados por ambas as abordagens, somados, poderia dar origem a resultados teóricos um pouco desfasados da realidade.

Sendo assim, como futuros estudos, seria interessante perceber a magnitude dos impactos que o processo produtivo iria sofrer quando aplicadas as duas abordagens em simultâneo.

4.4) Recursos Libertados e Nova Alocação

Este estudo foca-se no aumento da produtividade geral, seguindo uma metodologia de identificação, melhoria contínua e extração de recursos das ineficiências existentes nos vários setores.

Dessa forma, após apresentação das propostas de melhoria nos vários setores é necessário compreender quais foram efetivamente os impactos que estas mesmas propostas surtiram, bem como a quantidade de recursos libertos provenientes dessa mesma resolução das ineficiências.

Primeiro serão descritos os recursos obtidos, em cada uma das abordagens, sendo posteriormente identificadas a suas novas funções, numa ótica de maximizar a eficiência do sistema.

1. Recursos Libertos

A marcação, surge como a etapa do processo produtivo onde mais alterações foram propostas de forma a libertar recursos, uma vez que se trata do setor que mais recursos tem a si alocados.

Estes recursos posteriormente são direcionados principalmente para o setor gargalo de forma a que a sua alocação em posições estratégicas possibilite alavancar a capacidade produtiva do setor, o que consequentemente resulta em impactos diretos na performance geral do sistema produtivo.

De forma a libertar recursos na marcação, foram apresentadas duas abordagens a nível da reestruturação logística do setor sendo elas a alteração do *layout* do setor da marcação e a alteração da unidade de movimentação de rolhas, sendo que ambas podem ser aplicadas em simultâneo ou separadamente.

Apesar de se apresentarem como soluções diferentes e com vantagens e desvantagens também elas distintas, ambas as abordagens têm em comum o facto de libertarem operadores do setor da Marcação ficando estes disponíveis para exercer outras funções, sendo considerados estes os recursos libertos mais significativos das alterações apresentadas.

Na alteração do *layout* do setor da marcação verifica-se que anteriormente existem 6 operadores a realizar a monitorização das linhas bem como o transporte das rolhas para o *buffer*. Com a alteração, as linhas passam a apenas necessitar de ser ocupadas por 3 operadores como já referido, sendo os restantes 3 libertos para a realização de outras funções.

Porém nesta reformulação verifica-se que a tarefa do transporte deixa de ser realizada pelos operadores presentes nas linhas de produção sendo necessário a criação de um posto de transportador.

Assim sendo um dos operadores tem de necessariamente ser alocado à realização deste novo posto de trabalho, sendo que desta forma sobram 2 operadores em comparação à realização da logística atual no setor.




Recursos Libertos com Alteração Layout	
Transportador	Operadores Livres
	 

Figura 23 – Recursos Libertos Com Alteração *Layout* Marcação

Já na alteração da unidade de movimentação de rolhas, verifica-se que a superfície de transporte das rolhas em vários setores passa a ser os contentores de transporte em substituição pelos atualmente utilizados cestos.

Esta alteração reduz drasticamente não só a quantidade de transportes entre setores bem como reduz o número de substituição de cestos quando as rolhas estão a marcar no setor da marcação.

Estas são as vantagens que mais se destacam sendo que o seu impacto na produtividade do setor é tal que esses efeitos se fazem sentir a nível de libertação de operadores.

Mais precisamente, através desta reformulação são libertos 3 operadores, não sendo este número superior devido à necessidade de existirem 1 operador por cada duas linhas de marcação, de forma a garantir a perfeita monitorização das máquinas bem como de todas as encomendas.




Alteração da Unidade de Movimentação de Rolhas
Operadores Livres
  

Figura 24 – Recursos Libertos Com Alteração Unidade de Movimentação

2. Nova Alocação e Impactos

Estes “recursos” livres devem ser aplicados na Embalagem que à data apresenta alguns equipamentos em sub-rendimento, ou mesmo, em não utilização, dos quais se destacam:

Máquina de Embalamento Manual

- Máquina à qual seria alocado um operador permanentemente, tendo um potencial de aumento de produção de cerca de 300 mil rolhas diárias no setor gargalo, passando este posto, a trabalhar permanentemente.

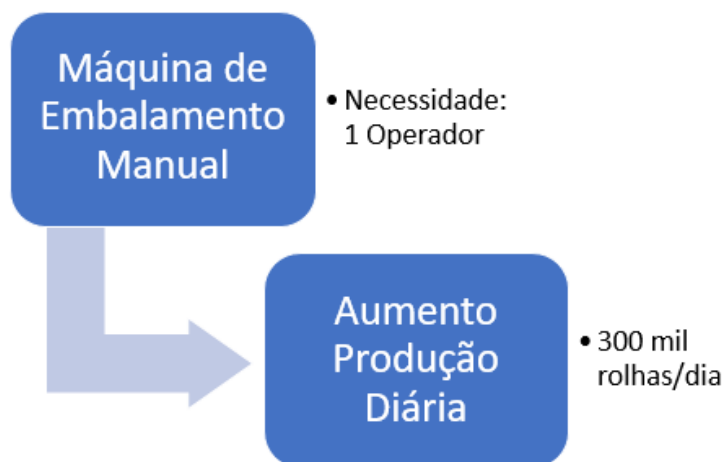


Figura 25 – Máquina Embalamento Manual

Máquina dos Sacos Pequenos

- No caso da empresa avançar para o investimento de capacitar esta máquina a realizar a embalagem a 1 mil rolhas por saco, a produção do setor aumentaria cerca de 200 mil rolhas diariamente.

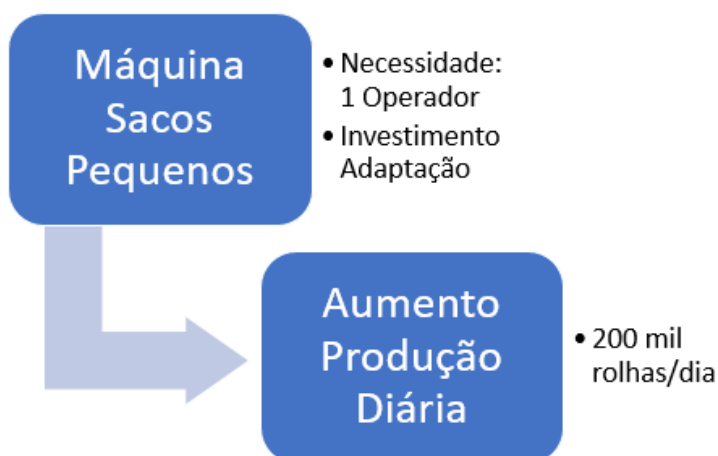


Figura 26 – Máquina Sacos Pequenos

Sendo que em ambas as alternativas apresentadas para o processo logístico da marcação libertam 2 ou mais operadores, estes poderiam ser alocados a cada uma destas máquinas respetivamente.

Apesar de não se tratar da libertação de um recurso específico, pondo em prática as abordagens sugeridas, verifica-se que os operadores adquirem mais versatilidade no desempenho das suas funções devido ao aumento da sua disponibilidade providenciada pelas alterações logísticas nos setores.

Sendo assim, adquire-se uma equipa de trabalho que tem capacidade de se desdobrar em várias tarefas dando assim suporte a vários setores sem comprometer a qualidade do trabalho na sua função.

4.5) Payback

A parte económica de qualquer atividade, é absolutamente fulcral em qualquer organização, sendo que sempre e quando se ponderam investimentos, é necessário estudar quais as alternativas disponíveis, quais os custos totais das operações bem como qual será o hipotético período de *Payback*.

Durante este trabalho, foram apresentadas várias alternativas sendo que a todas elas, está associado um investimento de implementação bem como um espaço temporal no qual este mesmo investimento fica pago através dos lucros que a alternativa providência ao longo do tempo, ou seja, período de *payback*.

Desta tese surgem duas abordagens para aumento de eficiência e libertação de recursos em alguns setores, bem como duas abordagens quanto à utilização desses recursos libertos.

INVESTIMENTOS

A) Alteração Layout

Na alteração de Layout do setor da Marcação, é proposta a rotação das linhas de produção de forma a que passem a encontrar-se em espelho. Assim sendo é necessário rodar 180° as máquinas de algumas linhas bem como realocar outras linhas para outra posição como indica na figura abaixo.

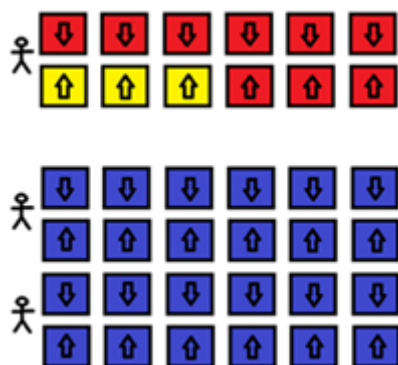


Figura 27 – Modificações nas Linhas c/ alteração *layout*

Nesta operação, estima-se um custo de investimento de cerca de 20 000 €, já incluído todas as alterações necessárias para que o setor funcione no novo *layout*, sem qualquer tipo de problema.

Visto que esta abordagem requer a criação do posto de transportador verifica-se que seria necessário a compra de uma plataforma de transporte que custa cerca de 1 600 €. Assim sendo para a implementação desta solução o investimento total seria de cerca de 21 600 €.

B) Alteração Unidade de Movimentação de Rolhas

Nesta alternativa apresentada, surgem dois custos de investimento inerentes à sua implementação.

Apesar de não se efetuar alterações no layout da marcação, o número de contentores necessários de adquirir, situa-se nas 60 unidades, sendo que cada unidade apresenta um custo de 300 €. Assim sendo o custo de investimento nos contentores está nos 18 000 €.

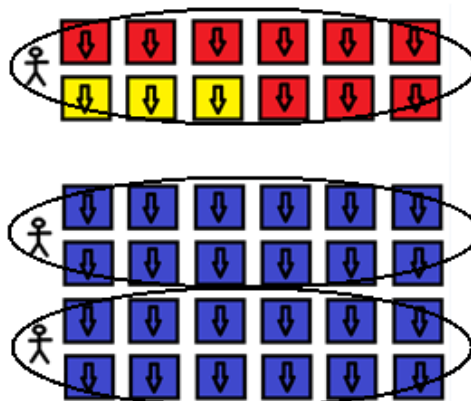


Figura 28 – Modificações nas Linhas c/ alteração Unidade de Movimentação

Para além dos contentores, é necessário a aquisição de um elevador por cada máquina. Este elevador faz ligação da máquina para o contentor sendo que atualmente existem 7 unidades disponíveis para o setor da marcação. Sendo assim, seriam necessários adquirir cerca de 29 elevadores, em que cada um custa 2000 €, perfazendo assim um investimento de 58 000 €.

Quanto ao custo de alteração das moegas do tratamento de forma a que estas consigam receber rolhas a partir dos contentores, é uma operação que o departamento de manutenção consegue realizar sem custos adicionais.

O custo de investimento total desta solução é de cerca de 76 000€.

C) Implementação de A + B

Nesta abordagem, já mais virada para o futuro, implementa-se as alterações de *layout* da marcação simultaneamente às alterações das unidades de movimentação das rolhas. Os custos de investimentos inerentes, rondam os 100 000 € uma vez que seriam necessários adicionar os 20 000 € do *layout* + os 76 000 € dos contentores e elevadores.

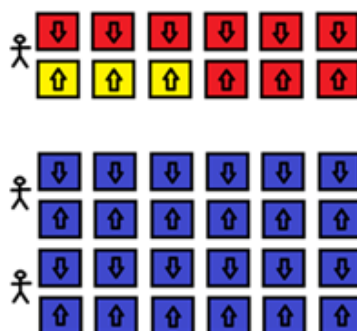


Figura 29 – Modificações nas Linhas c/ Implementação de A+B

Adicionalmente seria necessário a aquisição de uma plataforma de transporte com capacidade para realizar a movimentação dos contentores, investimento este que ronda os 1 600€ perfazendo assim os 100 000 € finais.

Nos investimentos tem de estar incluído a alteração à máquina de embalagem a sacas pequenas para que esta possa realizar embalagem a 1 000 rolhas, sendo que este valor ronda os 20 000 €.

RETORNO

A) Alteração *Layout*

Nesta alteração de *layout* são libertos 3 operadores, onde um deles é necessariamente alocado à função de transportador, sendo que sobram os restantes 2.

Estes dois operadores ou podem ser libertos para outras unidades libertando anualmente 14 000 € de em salários por operador, estimativa de valor aproximado da remuneração.

Podem também ser alocados a cada uma das máquinas de embalamento subaproveitadas, aumentando assim a cadência produtiva do setor gargalo para mais 300 mil rolhas ou para mais 500 mil rolhas.

B) Alteração Unidade de Movimentação de Rolhas

Nesta abordagem são libertos 3 operadores que se alocados a outra unidade Industrial seriam poupados 42 000€ anualmente.

Como na Alteração de *layout*, também dois deles podem ser alocados às máquinas de embalamento subaproveitadas, sendo o outro liberto.

C) Implementação de A + B

Os retornos são iguais aos da situação A), uma vez que nesta abordagem é também implementada a função de transportador.

PAYBACKS

Na análise de *paybacks* serão postas em perspetiva várias fases de implementação onde algumas garantem obtenção de lucro a curto prazo sendo que outras são mais pensadas para aumentar a capacidade da fábrica, a médio/longo prazo.

Para a análise foram considerados 252 dias uteis de trabalho e para o cálculo dos potenciais ganhos anuais por aumento de produção foi considerado um valor médio de 60€/ML, valor este abaixo do valor médio real. Também é de referir que para o cálculo da produção extra anual da máquina de embalagem manual foi apenas considerado 50% da sua capacidade produtiva uma vez que esta máquina já se encontra em uso, porém em sub-rendimento.

$$\text{Paybacks} = \frac{\text{Custo Total de Investimento}}{\text{Retorno Anual}}$$

A) Alteração Layout

	Atual	Fase 0 - Libertar Operadores	Fase 1 - Alocar Maq. EmbManual	Fase 2 - Alocar a Ambas as Máquinas
Gestão Recursos				
Operadores na Marcação Tinta	6	2	2	2
Operadores na Marcação Fogo	2	1	1	1
Transportador	0	1	1	1
Alocar Máquina Embalagem Manual (EmbM)	0	0	1	1
Alocar Máquina Sacas Pequenas (EmbP)	0	0	0	1
Operadores Libertos	0	2	1	0
Ganhos				
Produção Extra Ano EmbM	0	0	37800000	37800000
Produção Extra Ano EmbP	0	0	0	50400000
Lucro Ano Produção Extra EmbM	0	0	2 268 000,00 €	2 268 000,00 €
Lucro Ano Produção Extra EmbP	0	0	0	3 024 000,00 €
Poupança Direta Custos Pessoal	0	28 000,00 €	14 000,00 €	0,00 €
Custos				
Investimento Alteração Layout	0	20 000,00 €	20 000,00 €	20 000,00 €
Compra Plataforma Transporte	0	1 600,00 €	1 600,00 €	1 600,00 €
Investimento Maq. Sacas Pequenas	0	0,00 €	0,00 €	20 000,00 €
Balanço				
Custo Total		21 600,00 €	21 600,00 €	41 600,00 €
Retorno Ano		28 000,00 €	14 000,00 €	0,00 €
Payback (anos)		0,77	1,54	Sem Payback Direto
Potenciais Ganhos Extra com Aumento Produção por Ano		0	2 268 000,00 €	5 292 000,00 €

Figura 30 – Fases e Paybacks da Alteração Layout

B) Alteração Unidade de Movimentação de Rolhas

	Atual	Fase 0 - Libertar Operadores	Fase 1 - Alocar Maq. EmbManual	Fase 2 - Alocar a Ambas as Máquinas
Gestão Recursos				
Operadores na Marcação Tinta	6	2	2	2
Operadores na Marcação Fogo	2	1	1	1
Alocar Máquina Embalagem Manual (EmbM)	0	0	1	1
Alocar Máquina Sacas Pequenas (EmbP)	0	0	0	1
Operadores Libertos	0	3	2	1
Ganhos				
Produção Extra Ano EmbM	0	0	37800000	37800000
Produção Extra Ano EmbP	0	0	0	50400000
Lucro Ano Produção Extra EmbM	0	0	2 268 000,00 €	2 268 000,00 €
Lucro Ano Produção Extra EmbP	0	0	0	3 024 000,00 €
Poupança Direta Custos Pessoal	0	42 000,00 €	28 000,00 €	14 000,00 €
Custos				
Compra de Contentores	0	18 000,00 €	18 000,00 €	18 000,00 €
Compra Elevadores	0	58 000,00 €	58 000,00 €	58 000,00 €
Alteração nas Moegas Tratamento	0	Sem Custos	Sem Custos	Sem Custos
Investimento Maq. Sacas Pequenas	0	0,00 €	0,00 €	20 000,00 €
Balanço				
Custo Total		76 000,00 €	76 000,00 €	96 000,00 €
Retorno Ano		42 000,00 €	28 000,00 €	14 000,00 €
Payback (anos)		1,81	2,71	6,86
Potenciais Ganhos Extra com Aumento Produção por Ano		0	2 268 000,00 €	5 292 000,00 €

Figura 31 – Fases e *Paybacks* da Alteração Unid. Movimentação

C) Implementação de A + B

Quando ambas as abordagens simuladas simultaneamente os seus valores teóricos podem ser desfasados da realidade, como já foi referido anteriormente, como tal esta abordagem não foi aprofundada no trabalho, sendo que também não serão apresentados os períodos de *paybacks*.

Ao analisar todas possibilidades verifica-se que existem um rol de *paybacks* onde o investimento fica pago em menos de um ano, como é o caso da fase 0 da alteração de *layouts*, e outros que demoram cerca de 7 anos a ser pagos, como é o caso da fase 2 da alteração da unidade de movimentação das rolhas. Assim sendo cabe à empresa compreender qual a solução que mais se adequa a situação atual consoante o orçamento anual disponível para investimentos.

CAPITULO 5 – CONCLUSÃO

As constantes alterações na “*groundzone*” da fábrica não são as únicas que se fazem sentir por todo o grupo. Esta análise foi realizada num intervalo temporal privilegiado pois esteve no epicentro da mudança do paradigma na cultura da empresa em termos de abordagem ao mercado. O grupo Amorim desde a sua criação sempre apresentou um crescimento cimentado nos avanços estáveis e graduais atingindo agora uma posição de liderança alicerçada numa base de experiência e conhecimento do mercado da rolha de cortiça como poucas, ou nenhuma, empresas apresentam a nível mundial.

Esta mesma base permitiu atualmente abordar o mercado de uma forma mais dominadora, tendo como objetivo satisfazer toda e qualquer necessidade que os mais variados clientes do ramo possam vir a ter. Esta agilidade permitirá alavancar ainda mais a posição empresa através da junção da qualidade de produto desde sempre entregue, com uma nova e refrescante agilidade de entrega, provando que a empresa não parou no tempo e pretende cada vez mais deixar a sua marca neste mercado. O trabalho realizado ao longo deste documento integra-se no programa de melhoria contínua do Grupo Amorim, tendo sido realizado com intuito da redefinição logística do setor da Marcação bem como da otimização do processo logístico da Unidade Industrial Amorim Distribuição.

Todas as observações, medições e análises das diversas bases de dados foram importantes para a elaboração da situação inicial traduzida no VSM, sendo este por sua vez, o ponto de partida para a verificação das características apresentadas pelos diversos setores. Este mapeamento das várias etapas, juntamente com a aplicação da ferramenta TOC, apresentaram-se como fundamentais para a identificação do setor gargalo do processo produtivo, bem como para a projeção do plano de ações que viria a ser elaborado.

Com a abordagem de otimização de processos, com baixo custo de investimento, várias soluções surgiram consequência das várias oportunidades de melhoria existentes no processo, tendo sido escolhidas as que apresentavam não só aplicabilidade de se colocarem em prática bem como potencial significativo de impactar na produtividade do sistema em geral.

Através das alterações nas alocações de determinados recursos, possibilitadas por reestruturações do setor da Marcação, conseguiu-se uma maximização de equipamentos existentes no setor gargalo da Embalagem de forma que a capacidade produtiva deste setor possa ascender a aumentos de produção na ordem dos 300 a 500 mil rolhas extra por dia, nivelando este setor com os restantes da Unidade Industrial. Estes valores representam aumentos de 12% e os 20% no volume total de produção, uma vez que a capacidade do gargalo é o que restringe a quantidade produzida do sistema geral. Foram otimizados o *Layout* da Marcação e as suas movimentações com redução de aproximadamente 60% do tempo investido na realização de uma tarefa de suporte, como é o caso do transporte para o *buffer*.

Na análise de *paybacks*, através de um estudo de custo/retorno bem documentado, com este trabalho são disponibilizadas à empresa um leque variado de soluções em que investimento fica pago em menos de um ano e outras que duram cerca de 7 anos a ser pagas. Cabe agora à organização compreender qual abordagem que se integra melhor nos investimentos que

esta está disponível a realizar o os benefícios que pretende obter. Após a análise do impacto dos contentores a organização procedeu à compra de mais unidades de forma a obter todos os benefícios descritos no relatório sendo que a adaptação das moegas do tratamento para receção dos contentores também está em curso. Quanto às alterações de *Layout*, a reestruturação em formato *U-shaped* está a ser considerada a sua implementação.

Em suma, o projeto atingiu vários objetivos inicialmente propostos, sendo que para além das melhorias entregues deixa também sugestões para possíveis oportunidades de melhoria existentes na Unidade Industrial Amorim Distribuição.

BIBLIOGRAFIA

- Aase, G. R., Olson, J. R., & Schniederjans, M. J. (2004). *U-shaped assembly line layouts* and their impact on labor productivity: An experimental study. *European Journal of Operational Research*, 156(3), 698–711. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00148-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00148-6)
- Abrahamsen, M. H., Henneberg, S. C., Huemer, L., & Naudé, P. (2016). Network picturing: An action research study of strategizing in business networks. *Industrial Marketing Management*, 59, 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.02.006>
- APCOR. (2015). Cork Information Bureau 2015, 1–15.
- Balakrishnan, J., Cheng, C. H., Conway, D. G., & Lau, C. M. (2003). A hybrid genetic algorithm for the dynamic plant layout problem. *International Journal of Production Economics*, 86(2), 107–120. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00027-6)
- Boër, C. R., & Jovane, F. (2002). *Flexible and reconfigurable manufacturing automation for mass customisation*. IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) (Vol. 15). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20020721-6-ES-1901.00012>
- Brioso, X., Murguia, D., & Urbina, A. (2017). Teaching Takt-Time, Flowline, and Point-to-point Precedence Relations: A Peruvian Case Study. *Procedia Engineering*, 196(June), 666–673. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.056>
- Brown, A., Amundson, J., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: Application case studies. *Journal of Cleaner Production*, 85, 164–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.101>
- Chofreh, A. G., Goni, F. A., & Klemeš, J. J. (2017). Development of a Roadmap for Sustainable Enterprise Resource Planning Systems Implementation (Part II). *Journal of Cleaner Production*, (Part III). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.037>
- Dyllick, T., & Rost, Z. (2017). Towards true product sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 162, 346–360. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.189>
- Golmohammadi, D. (2015). A study of scheduling under the theory of constraints. *International Journal of Production Economics*, 165, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.03.015>
- Hameri, A. P. (2011). Production flow analysis-Cases from manufacturing and service industry. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.015>

- Irawan, C. A., Song, X., Jones, D., & Akbari, N. (2017). Layout optimisation for an installation port of an offshore wind farm. *European Journal of Operational Research*, 259(1), 67–83.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.032>
- Kamhawi, E. M. (2010). The three tiers architecture of knowledge flow and management activities. *Information and Organization*, 20(3–4), 169–186.
<https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2010.09.001>
- Kee, R., & Schmidt, C. (2000). Comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions. *International Journal of Production Economics*, 63(1), 1–17.
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(99\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(99)00005-5)
- Li, J., & Smith, A. E. (2017). Block layout for attraction-based enterprises. *European Journal of Operational Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.10.028>
- Linhares, A. (2009). Theory of constraints and the combinatorial complexity of the product-mix decision. *International Journal of Production Economics*, 121(1), 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.04.023>
- Maestrini, V., Luzzini, D., Shani, A. B., & Canterino, F. (2016). The action research cycle reloaded: Conducting action research across buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(4), 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.06.002>
- Meudt, T., Metternich, J., & Abele, E. (2017). Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 66(1), 413–416.
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.005>
- Nguyen, T. H., & Wright, M. (2015). Capacity and lead-time management when demand for service is seasonal and lead-time sensitive. *European Journal of Operational Research*, 247(2), 588–595.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.005>
- Overview of the Action Research Process. (2008), 29–42.
- Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage - Creating and Sustaining Superior Performance. New York: FreePress. <https://doi.org/10.1182/blood-2005-11-4354>
- Preece, G., Shaw, D., & Hayashi, H. (2013). Using the Viable System Model (VSM) to structure information processing complexity in disaster response. *European Journal of Operational Research*, 224(1), 209–218.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.06.032>
- Radovilsky, Z. D. (1998). A quantitative approach to estimate the size of the time buffer in the theory of constraints. *International Journal of Production*

Economics, 55(2), 113–119. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00131-X](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00131-X)

Rajendran, C., & Alicke, K. (2007). Dispatching in flowshops with bottleneck machines. *Computers and Industrial Engineering*, 52(1), 89–106. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.10.006>

Sentia, P. D., Mukhtar, M., & Shukor, S. A. (2013). Supply Chain Information Risk Management Model in Make-To-Order (MTO). *Procedia Technology*, 11(Iceei), 403–410. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.209>

Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324–338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033>

Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 43(5), 869–898. <https://doi.org/10.1080/0020754042000298520>

Thürer, M., Stevenson, M., Silva, C., & Qu, T. (2017). Drum-buffer-rope and workload control in High-variety flow and job shops with bottlenecks: An assessment by simulation. *International Journal of Production Economics*, 188(April), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.025>

Xie, Y., Chien, C.-F., & Tang, R.-Z. (2016). A dynamic task assignment approach based on individual worklists for minimizing the cycle time of business processes. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 401–414. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.11.023>